ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1972 N° 6

LE LAIT DE BUFFLESSE
Production
Collecte et Transport
Composition - Conservation - Commercialisation

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE
(DIPLOME D'ETAT)

Présentée et soutenue publiquement, en janvier 1972,
devant

l'UNIVERSITE PAUL-SABATIER DE TOULOUSE

PAR

Guy, Marie STÉPHAN

né le 13 mars 1945 à Perros-Guirec (Côtes-du-Nord)

JURY :

PRÉSIDENT : M. MONNIER, *Professeur de l'Université Paul-Sabatier de Toulouse.*

ASSESSEURS :
- M. LABIE *Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.*
- M. TOURNUT *Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.*

1972

IMPRIMÉE « AU MANUSCRIT », 1 BIS. AVENUE GAMBETTA - ALFORT

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1972 N° 6

LE LAIT DE BUFFLESSE
Production
Collecte et Transport
Composition - Conservation - Commercialisation

THÈSE

POUR LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLOME D'ETAT)

Présentée et soutenue publiquement, en janvier 1972,
devant

l'UNIVERSITE PAUL-SABATIER DE TOULOUSE

PAR

Guy, Marie STÉPHAN

né le 13 mars 1945 à Perros-Guirec (Côtes-du-Nord)

JURY :

PRÉSIDENT : M. MONNIER, *Professeur de l'Université Paul-Sabatier de Toulouse.*

ASSESSEURS :
- M. LABIE *Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.*
- M. TOURNUT *Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.*

1972

IMPRIMÉE « AU MANUSCRIT », 1 BIS. AVENUE GAMBETTA - ALFORT

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

MM.

Directeur . . . . . FLORIO

Directeurs honoraires . . . . . PONS
DARRASPEN

Professeur honoraire . . . . . LOMBARD

PERSONNEL ENSEIGNANT

Chaire de Pharmacie - Toxicologie.
Professeur titulaire . . . . . GODFRAIN
Maître-Assistant . . . . . Mme BURGAT-SACAZE
Parmacie et Toxicologie.

Chaire de Physique - Chimie Biologiques et Médicales.
Professeur titulaire . . . . . RICO
Physique biologique et médicale.
Chimie biologique et médicale.

Chaire d'Anatomie des Animaux Domestiques.
Professeur titulaire . . . . . PAVAUX
Anatomie descriptive - Extérieur.
Anatomie appliquée - Tératologie.

Chaire de Physiologie - Thérapeutique.
Professeur titulaire . . . . . RUCKEBUSCH
Maître-Assistant Agrégé . . . . . FARGEAS
Physiologie - Thérapeutique - Pharmacodynamie.

Chaire d'Histologie - Anatomie Pathologique.
Professeur titulaire . . . . . VAN HAVERBEKE
Maître de Conférences (non Chef de Service),
Professeur sans Chaire . . . . . CABANIE
Histologie - Embryologie - Anatomie Pathologique.
Maître-Assistant . . . . . MAGNOL

Chaire d'Hygiène et Industrie des Aliments d'origine animale.
Professeur titulaire . . . . . LABIE
Maître-Assistant . . . . . EECKHOUTTE
Hygiène, Inspection, Contrôle et Technologie des denrées alimentaires d'origine animale.

Chaire de Parasitologie et Maladies Parasitaires.
Professeur titulaire . . . . . BRIZARD
Maître-Assistant . . . . . DORCHIES
Zoologie appliquée - Parasitologie externe
Parasitologie interne - Clinique.

Chaire de Sémiologie et Pathologie Médicale des Equidés et Carnivores.
Professeur titulaire . . . . . FLORIO
Maître de Conférences (non Chef de Service),
Professeur sans Chaire . . . . . LESCURE
Maître-Assistant . . . . . GUELFI

UNIV. LEIDEN BIBL.

Sémiologie et Pathologie Médicale des Equidés et des Carnivores.
Législation Vétérinaire et Déontologie - Clinique.

MM.

Chaire de Pathologie Médicale du Bétail et des Animaux de Basse-Cour.

Professeur titulaire .. .. TOURNUT
Maître de Conférences (non Chef de Service),
Professeur sans Chaire .. .. ESPINASSE
Maître-Assistant .. .. BEZILLE

Sémiologie et Pathologie Médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour - Clinique - Clinique ambulatoire.

Chaire de Pathologie Chirurgicale.

Professeur titulaire .. .. CAZIEUX

Propédeutique et Sémiologie Chirurgicale - Technique Chirurgicale - Pathologie Chirurgicale -

Chaire de Pathologie de la Reproduction.

Professeur titulaire .. .. BERTHELON
Maître de Conférences (non Chef de Service),
Professeur sans Chaire .. .. ROYAL
Sémiologie et Propédeutique - Pathologie de la Reproduction - Obstétrique - Clinique.

Chaire de Maladies Contagieuses - Zoonoses - Législation Sanitaire.

Professeur titulaire .. .. SAURAT
Maître-Assistant Agrégé .. .. CHANTAL
Maladies Contagieuses - Zoonoses.
Législation Sanitaire.

Chaire de Pathologie Générale - Microbiologie - Immunologie.

Professeur titulaire .. .. LAUTIE
Maître-Assistant .. .. MEIGNIER
Microbiologie - Immunologie - Pathologie Générale.

Chaire de Zootechnie et d'Economie Rurale.

Professeur titulaire .. .. QUEINNEC
Maître-Assistant .. .. DARRE
Ethnologie - Génétique appliquée - Hygiène générale - Zootechnie - Elevage - Economie Générale et des Productions animales.

Chaire d'Alimentation.

Professeur titulaire .. .. FALIU
Maître-Assistant Agrégé .. .. GRIESS
Botanique appliquée et Bromatologie - Agronomie - Alimentation.

COURS COMPLÉMENTAIRES — CHARGÉS D'ENSEIGNEMENT

Antibiothérapie des Maladies Infectieuses .. .. MONNIER
Aspect médical des Zoonoses .. .. ARMENGAUD
Energétique .. .. LABOUCHE
Initiation à l'Informatique Biomédicale .. .. FERNET
Agronomie .. .. COMBRET
Métabolismes .. .. RAYNAUD

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions émises par les candidats (Délibération de la Faculté, en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole, en date du 13 juin 1924).

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549602_0044

A TOUS LES MIENS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Qui nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence de notre Jury de thèse.

Hommage très respectueux.

A NOTRE JURY DE THESE

M. le Professeur LABIE

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Qui nous a fait l'honneur d'accepter notre travail.

Qu'il veuille trouver ici l'expression de notre vive gratitude.

M. le Professeur TOURNUT

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Que nous remercions d'avoir accepté de faire partie de notre Jury de thèse.

Hommage respectueux.

A TOUS NOS MAITRES DE L'ECOLE VETERINAIRE
DE TOULOUSE

INTRODUCTION

Depuis sa domestication en Inde, 2 500 ans avant notre ère, le Buffle (*Bos Bubalis*) s'est trouvé étroitement lié au développement et au maintien des civilisations traditionnelles asiatiques.

L'immense intérêt de cet animal, utilisé pour sa force de traction, comme producteur de viande et parce que la Bufflesse possède des qualités laitières intéressantes, a fait que son aire de répartition géographique s'est constamment étendue au cours de l'histoire.

Aujourd'hui le cheptel bubalin mondial est évalué à 120 millions de têtes et la production laitière est de l'ordre de 20 millions de tonnes par an.

Bien qu'il soit très répandu, le Buffle reste très mal connu et encore actuellement on ne peut se faire une idée précise du potentiel d'une espèce dont l'exploitation a toujours été soumise aux contingences d'un écosystème hostile ou peu favorable à l'expression des qualités intrinsèques de l'animal.

Le lait de Bufflesse tient une grande place dans l'alimentation de nombreux peuples orientaux. L'originalité et aussi l'incohérence des conditions de production, de récolte, de transport et de commercialisation du lait de Bufflesse surprendront l'esprit occidental.

Les caractères spécifiques de composition de cette denrée et leurs incidences au niveau de l'identification, de la conservation à l'état frais, de la fabrication de lait de conserve et de la transformation en divers produits laitiers nous semblent également justifier une présentation détaillée.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'ESPÈCE

PLACE DU BUFFLE DANS L'ÉCHELLE ZOOLOGIQUE

Avant de définir les races de Buffles sélectionnées en vue de la production de lait, il convient de placer, très rapidement, cette espèce dans l'échelle zoologique, et de préciser les caractères des Buffalins.

Les Buffles sont des mammifères herbivores appartenant à l'ordre des Ongulés, sous-ordre des Artiodactyles (groupe des Ruminants) famille des Bovidés, sous-famille des Bovinés, parmi lesquels on groupe toutes les espèces du genre Bos (Linnée) :

1. *Bisontins* : Probisons (Ovibos musqué), Péribisons (Yack), Bisons (Zubr d'Europe) (Buffalo d'Amérique)
2. *Taurins* : *Protaurus* (Auroch, Gour) (Gyal, Banteng), *Péritaurus* (Zébus), *Taurus* (Bœuf)
3. *Buffalins* : *Probuffalus* (Anoa), *Péribuffalus*, *Buffalus* (Buffles)

CARACTÈRES ANATOMIQUES GÉNÉRAUX DES BUFFALINS

L'ensemble de ces animaux se présente, d'un point de vue très général, comme des mammifères à formes lourdes et massives, possédant une mamelle inguinale divisée en quatre quar-

tiers, une paire de cornes persistantes, creuses et non ramifiées, un estomac polygastrique.

La mâchoire supérieure ne possède pas d'incisives et les canines sont atrophiées. Les membres présentent quatre doigts (2, 3, 4, 5) chacun portant un ongle, l'appui étant assuré par les doigts 3 et 4.

Les Buffalins se distinguent des Taurins et des Bisontins par quelques caractères anatomiques immédiatement reconnaissables : les cornes sont évasées et aplaties avec en surface des saillies rugueuses ; la pilosité est raréfiée, souvent réduite à des touffes de crins raides ; la langue est lisse et bleuâtre avec des papilles non saillantes ; les testicules sont près du corps.

HISTORIQUE DE LA DOMESTICATION DU BUFFLE

Parmi les Buffles on reconnaît deux sous-genres : Le Buffle d'eau (*Bos Bubalis*) ou Buffle d'Asie, et le Buffle d'Afrique (*Syncerus Caffer*), vivant à l'état sauvage dans les savanes. Traditionnellement on distingue deux groupes chez les Buffles d'Asie : le Buffle de rivière et le Buffle de marais. Le premier a été domestiqué en Inde vers 2 500 ans avant Jésus-Christ ; le second en Chine environ 1 000 ans plus tard. A partir de ces deux centres, les Buffles ont essaimé dans le monde, mais leur migration n'a pas été rapide ; aussi en Egypte où 1,5 million de Buffles vivent aujourd'hui, on ne voit aucune représentation de cet animal sur les fresques des tombeaux des Pharaons.

Il semble n'avoir été introduit au Moyen-Orient que vers le neuvième siècle de notre ère. De même au Cambodge, qui est aujourd'hui le cœur du territoire du Buffle, on ne trouve aucune trace de cet animal dans la civilisation khmère. Ce n'est guère qu'après la chute de cet empire que les conquérants Thai ont introduit le Buffle des marais et l'ont utilisé pour la traction.

Aujourd'hui plus de 100 millions de Buffles sont répartis dans le monde, en des régions fort éloignées de leur berceau originel. Ainsi la présence d'un troupeau de 40.000 Buffles en Italie paraît surprenante, ou celle de 70.000 animaux dans l'Ile de Marajo au Brésil (delta de l'Amazonie).

Par contre les tentatives d'introduction de cette espèce en Angleterre ou en France ont été des échecs, sans doute à cause du tempérament particulier de l'animal. En Australie le Buffle a été introduit au XIX^{e} siècle mais, considéré comme peu maniable, il a été remis en liberté, et aujourd'hui on compte dans le Nord-Est du pays, 200.000 Buffles retournés à l'état sauvage.

UTILITÉ DU BUFFLE

En Asie, le Buffle d'eau est utilisé à de multiples fins. Toutefois sa vocation traditionnelle est celle d'un animal de travail : sa force, son endurance, sa placidité, son pied sûr l'ont toujours fait associer à la culture du Paddy : sa puissance de traction l'impose chaque fois que la vitesse d'exécution n'est pas primordiale.

Le Buffle d'eau fournit également de grandes quantités de viande, qui est largement consommée en zone asiatique, sauf en Inde où l'abattage est prohibé. La viande est très voisine de celle du Bœuf, bien que d'une couleur plus foncée et fréquemment imprégnée d'une odeur de musc caractéristique (surtout chez les vieux mâles).

Le lait de Bufflesse représente une proportion très importante de la production laitière de nombreux pays d'Asie. Sauf au Cambodge, où le Buffle n'est utilisé que pour le travail, le lait de Bufflesse est partout un aliment très recherché.

En Inde cette production représente la seule source de protéines animales dont la consommation est autorisée par la religion hindoue.

Malgré le nombre de Buffles élevés dans le monde, malgré le poids des productions de ces animaux dans l'économie des Etats asiatiques, les Buffles sont de grands méconnus. D'une part il n'existe pas de classification simple et rigoureuse des nombreux types d'animaux, dont beaucoup ne sont que des images altérées du Buffle originel ; d'autre part la physiologie du Buffle est beaucoup moins bien connue que celle du Chameau, de l'Eléphant, du Yack ou du Lama, car des études approfondies sur cette espèce n'ont été entreprises que depuis 20-30 ans.

RACES DE BUFFLES A VOCATION LAITIÈRE

On a décrit de très nombreuses races de Buffles domestiques qui dériveraient toutes de *Bos Bubalis Arini,* ou Buffle sauvage de Chine, puis au cours de l'histoire une sélection s'est faite vers une adaptation progressive de l'animal au service qui lui était demandé et aux conditions écologiques locales. Ainsi les races décrites en Asie du Sud-Est ont des aptitudes laitières très faibles parce que la production de lait de Bufflesse n'a jamais été exploitée dans ces zones où les animaux ont été traditionnellement sélectionnés sur leur capacité de traction et de travail en rizière.

Les caractères morphologiques dominants et l'utilité des

principales races de Buffles à vocation laitière figurent dans les tableaux ci-dessous (Conseil Indien de la Recherche Agricole) :

Race MURRAH

Caractères morphologiques :

Corps massif, tête et cou comparativement légers ; cornes courtes et légèrement incurvées ; mamelle bien développée ; bassin large ; queue atteignant le jarret.

Mâle :

Hauteur au garrot :	142 cm
Longueur :	150 cm
Périmètre thoracique :	221 cm
Poids :	567 kg

Femelle :

Hauteur au garrot :	132 cm
Longueur :	147 cm
Périmètre thoracique :	217 cm
Poids :	431 kg

Utilité :

Bufflesse de village, produit en moyenne 1 400 litres par lactation.

Bufflesse entretenue en ferme modèle : moyenne de 2 300 litres par lactation.

Race BHADAWARI

Caractères morphologiques :

Corps de taille moyenne et long ; tête proportionnellement petite ; membres courts ; soies noires ; mamelle : quartiers postérieurs plus lourds et plus hauts que les quartiers antérieurs ; queue longue, mince, flexible, sous poil noir et blanc, ou seulement blanc ; crins descendant jusqu'au jarret, couleur cuivrée, poil rare et noir à la racine.

Mâle :

Hauteur au garrot :	132 cm
Longueur :	140 cm
Périmètre thoracique :	188 cm
Poids :	476 kg

Femelle :

Hauteur au garrot :	122 cm
Longueur :	137 cm
Périmètre thoracique :	180 cm
Poids :	385 kg

Utilité :

Rendement : 900 litres par lactation, taux de M.G. élevé.
Mâle utilisé pour la traction.
Supporte bien la chaleur.

Race JAFARABADI

Caractères morphologiques :

Corps anguleux et décousu ; fanon et mamelle bien développés ; femelle décousue ; nuque et cou massifs ; front proéminent ; cornes lourdes, tendant à se rabattre de chaque côté du cou, moins incurvées que chez le Murrah ; robe noire.

Mâle :

Hauteur au garrot :	142 cm
Longueur :	168 cm
Périmètre thoracique :	191 cm
Poids :	580 kg

Femelle :

Hauteur au garrot :	140 cm
Longueur :	160 cm
Périmètre thoracique :	188 cm
Poids :	454 kg

Utilité :

Mâle utilisé pour la traction.
Femelle bonne laitière.

Race SURTI

Caractères morphologiques :

Corps harmonieux ; taille moyenne ; tête longue et large ; dos droit ; yeux exorbités ; cornes en forme de faucille, longues et lourdes ; queue longue avec toupillon blanc ; robe noire ou marron ; les bons sujets ont deux cols blancs l'un cerclant la mâchoire, l'autre la poitrine.

Mâle :

Hauteur au garrot :	130 cm
Longueur :	142 cm
Périmètre thoracique :	186 cm
Poids :	500 kg

Femelle :

Hauteur au garrot :	125 cm
Longueur :	137 cm
Périmètre thoracique :	148 cm
Poids :	408 kg

Utilité :

Femelle économique ; moyenne de production laitière dans les bonnes conditions : 1 588 litres en 300 jours.

Race MEHSANG

Caractères morphologiques :

Corps plus long que Murrah ; membres plus légers ; tête plus longue et plus lourde ; cornes moins recourbées vers la pointe que chez le Murrah mais plus longues ; mamelle bien formée, blanche ; robe noire ou grise, taches blanches sur tête, membres et toupillon de la queue.

Mâle :

Hauteur au garrot :	142 cm
Longueur :	178 cm
Périmètre thoracique :	214 cm
Poids :	567 kg

Femelle :

Hauteur au garrot :	132 cm
Longueur :	155 cm
Périmètre thoracique :	208 cm
Poids :	431 kg

Utilité :

Pas une race très pure mais productivité acceptable, populaire dans les laiteries urbaines.

Race NAGPURI

Caractères morphologiques :

Format plus grand que les Buffles du nord de l'Inde ; membres plus légers ; queue courte dépassant à peine les jarrets ; aspect général différent de celui du Murrah ; cornes longues, aplaties, recourbées vers l'arrière de chaque côté du cou, presque jusqu'aux épaules ; chanfrein long et mince ; cou long ; robe noire ; parfois des taches blanches sur le chanfrein, les membres et le toupillon de la queue.

Mâle :

Hauteur au garrot :	132 cm
Longueur :	175 cm
Périmètre thoracique :	211 cm
Poids :	522 kg

Femelle :

Hauteur au garrot :	132 cm
Longueur :	142 cm
Périmètre thoracique :	206 cm
Poids :	408 kg

Utilité :

Femelle donnant 1 500 litres par lactation.

Mâle lent dans ses mouvements, utilisé pour traction pénible.

Race NILI RAVI

Caractères morphologiques :

Tête allongée ; chignon très sorti ; yeux creux ; museau fin ; corps de taille moyenne ; cornes petites, légèrement recourbées ; cou long, mince et fin ; mamelle bien développée ; queue longue, touchant presque le sol ; robe souvent noire avec des taches blanches sur le front, le chanfrein et les membres.

Mâle :

Hauteur au garrot :	137 cm
Longueur :	157 cm
Périmètre thoracique :	226 cm
Poids :	567 kg

Femelle :

Hauteur au garrot :	135 cm
Longueur :	147 cm
Périmètre thoracique :	226 cm
Poids :	454 kg

Utilité :

Femelle donnant en bon élevage 1 588 litres en 250 jours.

Mâle utilisé pour la traction.

Race BUFFLE ÉGYPTIEN

Caractères morphologiques :

Tête longue et étroite ; cornes courtes rejetées en arrière, relevées à la pointe ; cou long, étroit ; corps massif ; mamelle bien développée ; poil clairsemé ; peau très épaisse ; robe gris-noir.

Femelle :

Poids :	600 kg
Hauteur au garrot :	142 cm
Périmètre thoracique :	179 cm

Utilité :

Femelle : production dans de bonnes conditions, 1 600-2 000 litres en 305 jours.

Mâle : utilisé pour la viande et le travail.

Race BUFFLE EUROPÉEN

Caractères morphologiques :

Robe du gris sombre au noir, souvent taches blanches sur la tête, la queue et l'extrémité des membres.

Utilité :

Femelle : utilisée pour la production de lait.
Mâle : utilisé pour le travail.

CHAPITRE I

PRODUCTION DU LAIT DE BUFFLESSE

PRODUCTION

I. — PRODUCTION GLOBALE

L'importance de la production laitière du cheptel Bubalin est souvent mésestimée par les Occidentaux.

Le nombre de Buffles entretenus dans le monde et plus encore leur répartition et leur destination permettent d'évaluer le poids économique de cet animal dans les zones où il est élevé.

La production du cheptel intéresse principalement les zones du Moyen-Orient de l'Asie du Sud et du Sud-est, c'est-à-dire des régions pauvres, défavorisées, dans lesquelles le Buffle est très utilisé mais malheureusement pas au mieux de ses possibilités. Il s'intègre dans des milieux traditionnels, très limités du point de vue technique et économique, aussi tous les aspects de son exploitation surprennent l'esprit occidental.

Depuis 1945, les pays intéressés par le Buffle ont cependant fait un gros effort pour rationaliser ses productions. Toutefois celles-ci restent soumises à des contingences très nombreuses, d'ordre climatique, sociologique et technique.

Tableau de la population de Buffles et de leur production de lait dans différents pays :

PAYS	NOMBRE DE BUFFLES (milliers)		PRODUCTION DE LAIT (1.000 tonnes)		
	1964-65	1966-67	1948-52	1965	1967
EUROPE					
Albanie	5	5	9	1	1
Bulgarie	138	107	60	39	33
Grèce	55	33	21	15	12
Hongrie	1	1			
Italie	43	43	11	29	28
Roumanie	81	82	38	57	
Yougoslavie	55	63	13	11	11
U.R.S.S.	408	440			
AMERIQUE					
Trinité	5	6			
ASIE					
Afghanistan	26	25	3	4	4
Brunei	10	14			
Birmanie	1.225	1.372	15	18	22
Cambodge	577	654			
Ceylan	1.051	765	34	51	40
Chine Nationaliste	282	262	16	20	21
Chine populaire	28.410				
Hongkong	1	1			
Inde	52.460	53.220	9.192	11.138	1.180
Indonésie	2.990	3.000			
Iran	335	230	22	67	67
Irak	225	225	165	225	
Israël	7				
Laos	597	865			
Malaisie Occidentale	275	238	1	5	
Malaisie Sabah	68	80			
Sarawak	8	8			
Népal	2.753	2.800			
Pakistan	8.600	8.730	2.214	2.970	
Philippines	3.346	3.926	84	134	
Timor Portugais	120	117			
Singapour	3	3			
Syrie	2	2			
Thaïlande	6.778	6.878	431	550	
Turquie	1.203	1.253	351	283	
Vietnam (Nord)	1.535	1.700			
Vietnam (Rép.)	827	665			
AFRIQUE					
R.A.U.	1.617	1.675	722	759	
Tunisie	445				
TOTAL mondial	116.208	118.280	12.976	17.176	

Le Buffle vit généralement sous des conditions climatiques tropicales ou sub-tropicales où les pâturages permanents n'existent pas. Le bétail doit survivre avec une alimentation fourragère extrêmement pauvre, mise en réserve au cours de la brève période de culture et constituée de paille et de balles.

Il s'agit d'une alimentation de survie distribuée avec parcimonie aux animaux non productifs (veaux, génisses).

Aux difficultés climatiques, le monde indien ajoute d'incroyables contradictions socio-religieuses. L'Union Indienne compte 500 millions d'habitants, et un troupeau bovin de plus de 228 millions de têtes, mais ce troupeau ne fournit qu'environ 120 ml de lait par habitant et par jour, production dans laquelle le lait de Bufflesse intervient pour 52 p. 100. Ces chiffres surprennent d'autant plus que le lait constitue la seule source de protéines animales pour 85 p. 100 de la population (la religion hindoue interdisant de consommer ce qui a été tué, les œufs eux-mêmes suspects d'avoir été fécondés sont prohibés). Dans l'élevage hindou, la vache est sacrée mais non la Bufflesse, et l'on compte deux fois plus de mâles que de femelles. Ceci permet de comprendre que les problèmes inhérents à la production du cheptel Bubalin sont extrêmement complexes, et leur spécificité tiendrait moins au fait que l'on s'adresse à une espèce inhabituelle en Occident, mais plutôt à ce que cette espèce intéresse des milieux totalement étrangers à nos conceptions.

II. — PRODUCTION INDIVIDUELLE

Aspect zootechnique

L'aptitude des Bufflesses à la production laitière est relativement mal connue : les conditions d'élevage souvent mauvaises, l'utilisation concomitante des animaux en lactation pour le travail, un régime alimentaire insuffisant et mal équilibré, le grand nombre de races, l'absence de sélection et les conditions très difficiles font que les Bufflesses, animaux laitiers traditionnels pour de nombreux pays, voient aujourd'hui cette vocation contestée par certains.

Les données de reproduction, et les performances laitières des Bufflesses entretenues dans les fermes d'Etat et les zones rurales en Inde et en Egypte figurent dans le tableau ci-contre.

On constate que la production laitière de la Bufflesse est extrêmement variable suivant les conditions d'élevage. La production moyenne par lactation sur l'ensemble de l'Union Indienne a

été estimée à 500 litres par le Conseil Indien de la Production Agricole. Ce chiffre extrêmement bas est surtout la conséquence d'une alimentation insuffisante constituée le plus souvent de paille et, dans la mesure des disponibilités, d'un supplément de graine de coton ou de tourteau d'arachide.

	Age à la 1re saillie (mois)	Age au 1er vêlage (mois)	Période entre 2 vêlages (jours)	Durée de gestation (jours)	Durée de lactation (jours)	Production laitière
Penjab ..... (Hissar)		49 ± 8,3	495-513	312	300	1.300-1.760
Uttar Pradesh ... (Fermes d'Etat)	32,7	43,4-50,7	442-478		276-305	1.250-1.700
Gujara ..... (Coopératives de Producteurs)						1.000
Aarey ..... (Colonie Laitière)						2.000
Haringhata ..... (Colonie Laitière)						1.500
Nudra Pradesh .. (Fermes d'Etat)			444	310		2.050
Mysore		44,3	483-490	305	327	1.900 800-2.400
Inde du Sud .... (Zone Rurale)	40-48	48-60	1.000			1.000
Egypte ..... (Moyenne de l'ensemble du pays)	30-52	38,5	540-613	315-318	309	1.600-2.050

Dans ces zones surpeuplées, l'agriculteur ne conçoit pas la possibilité de cultiver et de récolter pour l'alimentation des animaux, ceux-ci doivent se contenter de sous-produits inutilisables dans l'alimentation humaine. Pour le paysan indien, il est également hors de question de faire pâturer les Buffles sur une terre déjà surexploitée, produisant à peine les céréales nécessaires à la population.

Malgré l'urgence de la demande, la production laitière reste encore très secondaire dans les campagnes, et la Bufflesse orientale a encore le mérite de produire là où la vache ne survivrait pas. Les conditions générales de l'élevage en Egypte étant meilleures (pâturages, supplémentation de la ration) les productions laitières en zone rurale traditionnelle sont même souvent supérieures à celles obtenues dans les fermes d'Etat et les centres expérimentaux indiens.

De telles conditions d'exploitation du cheptel Bubalin constituent une sorte de sélection à rebours qui se traduit par une dégradation progressive des aptitudes laitières de l'espèce.

Gestation.

La durée de la gestation est plus longue chez la Bufflesse que chez la vache (environ 310 jours). L'âge de la Bufflesse au premier vêlage est extrêmement variable.

En zone rurale, les Bufflesses vêlent environ vers 4-5 ans, mais si l'élevage est conduit avec plus de rigueur on peut ramener l'âge du premier vêlage à 30-35 mois (fermes d'Etat, colonies laitières). Le poids du veau à la naissance est inférieur à celui du veau des vaches de format correspondant.

Saison du Vêlage.

La Bufflesse présente une activité sexuelle saisonnière, la période de repos dure environ quatre mois et elle correspond à la mauvaise saison (en Inde de mars à juin), cette période de repos sexuel n'est pas beaucoup affectée par l'alimentation. Sous les conditions climatiques indiennes et pakistanaises, les vêlages s'échelonnent entre août et octobre, avec un maximum en septembre. Il en résulte une production laitière très irrégulière suivant les saisons, ce qui pose à l'industrie laitière de ces pays de graves problèmes d'adaptation.

Intervalle entre les vêlages.

Il est très fréquent de n'obtenir en zone rurale qu'un vêlage tous les deux à trois ans. Ceci tient pour une part à la pauvreté de l'alimentation du bétail, mais aussi à des croyances suivant lesquelles une saillie trop précoce après l'accouchement aurait une influence néfaste sur la lactation. L'intervalle entre deux vêlages peut être considérablement réduit (12-16 mois) si l'élevage est bien conduit.

Intérêt de la Bufflesse femelle laitière.

La Bufflesse s'est imposée comme l'animal laitier de nombreux pays orientaux par sa rusticité et son aptitude à utiliser les fourrages grossiers. Cette espèce est certainement la mieux adaptée à l'écosystème et au milieu humain de ces zones peu favorables à un élevage hautement productif, comme en témoignent les comparaisons entre les productions laitières des Bufflesses et des races locales de vaches, toujours à l'avantage des premières. La sélection et l'élevage rationnel des bufflesses sont aujourd'hui pratiqués en station, ce qui permet de constater que l'espèce a été largement sous-exploitée mais pas encore de préciser les limites du potentiel laitier des Bubalins. De plus il n'est pas certain que des animaux à performances élevées puissent se maintenir dans les conditions pratiques de l'élevage oriental. C'est pourquoi l'intérêt même des recherches fondamentales sur l'espèce est actuellement très contesté. Les recherches sont fort coûteuses, leurs résultats sont reportés à long terme, et surtout, risquent de n'être que très partiellement applicables en pratique. Pour ces raisons certains spécialistes préconisent de remplacer progressivement les Bufflesses par des races de vaches bien adaptées, partant d'un croisement entre les animaux autochtones et les races européennes à hautes performances. On estime pouvoir obtenir dès la deuxième génération une production laitière correspondant à la moyenne recherchée, et définir vers la septième génération une race nouvelle parfaitement adaptée, résistante aux maladies, intégrée dans un milieu humain mieux informé de l'intérêt d'un élevage bien conduit.

En définitive s'il est concevable de choisir entre la vache et la Bufflesse, ce ne peut être qu'en considérant le prix de revient du litre de lait, les données socio-religieuses et les chances de transformation des méthodes traditionnelles d'élevage et de production de lait.

Conditions de production.

Les conditions de production du lait de Bufflesse sont extrêmement peu homogènes dans un pays donné. Trop souvent cette production se réduit à une compétition entre le veau et la demande familiale. On comprend qu'à ce point de pauvreté, les règles habituelles d'hygiène du lait n'ont aucune réalité pour le producteur oriental. Cependant, depuis vingt ans, les efforts de planification des Etats ont permis de faire monter le niveau de vie ; la réalisation d'unités modèles de production permettent d'envisager le développement d'une production laitière rationnelle et contrôlée.

Production du lait dans les villages.

Dans de nombreux pays : Inde, Pakistan, Egypte, Birmanie, Ceylan, Thaïlande, Indonésie, 80 à 90 p. 100 du lait de Bufflesse est fourni par d'innombrables producteurs disséminés dans une multitude de villages (500 000 villages en Inde, 200 000 au Pakistan). Très généralement il s'agit de cultivateurs qui entretiennent en moyenne deux Bufflesses laitières grâce aux sous-produits de la récolte. Les Bufflesses cohabitent avec l'agriculteur dans la seule pièce de l'habitation ; le sol est en terre battue, dépourvu de système de drainage, couvert d'urine et de bouses. La production par ferme est dérisoire (quelques litres par jour) et celle par village n'est en moyenne, que de 90 kg par jour en Inde (entre 11 kg en Assam et 450 kg dans l'Etat de Delhi).

La traite a lieu deux fois par jour. Les Bufflesses, qui se sont vautrées dans les mares du voisinage, ne sont en général pas lavées et tous les types de récipients sont utilisés pour recueillir le lait : pots de terre ou de cuivre, baquets de taille et de forme les plus diverses. Aussitôt après la traite, le producteur indien et pakistanais cherche à écouler son lait le plus rapidement possible. Tout surplus est bouilli immédiatement et entrera dans la préparation de produits laitiers, ou sera mélangé avec le produit de la traite suivante. En Egypte, on laisse reposer le lait dans un récipient en terre recouvert d'un linge jusqu'à l'écrémage et jusqu'au caillage ; on fabriquera alors du beurre et du fromage blanc qui seront vendus au marché hebdomadaire d'un village.

Aujourd'hui les gouvernements encouragent la formation de coopératives agricoles. Le groupement des producteurs laitiers est subventionné et, selon Mann, c'est la seule voie permettant de rationaliser l'industrie laitière des pays concernés par le lait de Bufflesse.

Production laitière en zone suburbaine.

Les conditions de production dans les zones proches des villes diffèrent beaucoup de celles rencontrées dans les villages isolés. Traditionnellement, le producteur n'est pas un agriculteur mais il travaille à la ville et entretient quelques animaux à son domicile pour augmenter ses revenus. Généralement la Bufflesse n'est conservée que pendant une seule lactation, une fois tarie elle est abandonnée. De telles pratiques causent un grand préjudice au cheptel indien et ne permettent aucun contrôle sanitaire.

Production laitière urbaine.

On estime que 50 p. 100 du lait consommé dans les villes orientales est produit sur place, dans la cité elle-même : ainsi

2 500 Bufflesses stationnent au Caire, elles sont 4 000 à Alexandrie et, en Inde, on compte un animal laitier urbain pour huit citadins.

Cette méthode de production, inconnue en Occident, s'explique parce qu'il n'est pas possible de coordonner la production laitière rurale, et surtout, d'en assurer la collecte et le transport vers les villes. On a donc déplacé l'animal laitier vers le centre de consommation. Les Bufflesses semblent mieux s'adapter que les vaches à des conditions d'élevage aussi particulières ; leur tempérament placide et leur productivité intéressante les ont imposées comme animaux laitiers urbains.

Le troupeau par unité de production est en moyenne de dix Bufflesses qui appartiennent à un laitier professionnel : le Gowali. Celui-ci achète ses animaux en zone rurale, avant le vêlage, et les conserve durant toute leur lactation. Généralement les animaux taris sont vendus pour la boucherie, sauf en Inde où ils sont abandonnés sur la rue car le producteur ne conserve pas les animaux improductifs faute de place et de fourrage. Il n'y a qu'une minorité de Bufflesses à être déplacées en zone rurale sur des petites fermes de « récupération » ou sur des unités plus importantes : les fermes commerciales, où elles sont entretenues pour la durée d'une nouvelle gestation. Le veau né chez le producteur urbain est toujours un handicap pour celui-ci, souvent on le sacrifie pour récupérer l'intégrité de la production laitière. En Inde, on le laisse mourir d'inanition.

Avantages d'une production laitière urbaine

La production laitière urbaine traditionnelle présente, malgré tout, quelques avantages (Mann).

1° Le consommateur urbain peut se procurer du lait frais sur place et, dans les conditions d'hygiène habituelles aux régions chaudes, c'est parfois la seule possibilité d'avoir du lait en ville.

2° Les laitiers-éleveurs représentent une fraction non négligeable de la population qui tire ses maigres ressources de l'exploitation des Bufflesses et qu'il serait très difficile dans les conditions économiques actuelles, de reclasser vers un autre secteur d'activité.

3° Les transactions d'animaux entre la ville et la campagne constituent un équilibre d'échange qui, s'il est discutable, permet aux zones d'élevage de survivre.

Inconvénients d'une production laitière urbaine

Les inconvénients d'une production laitière urbaine sont considérables.

1° *D'ordre économique.*

Le revenu d'une lactation doit couvrir le prix d'achat de la Bufflesse, son transport sur 1 500-2 000 km, son fourrage, la stabulation, le risque de maladie et de perte de l'animal. De telles charges imposent au producteur, qui doit vivre avec dix Bufflesses en lactation, de vendre le lait à un prix très élevé : le lait est vendu plus cher en Inde qu'aux U.S.A. (26 cents le litre contre 25) ce qui le met hors de portée de l'immense majorité des consommateurs dont les revenus sont dérisoires.

2° *Santé publique.*

Les animaux des villes sont abrités dans des locaux surpeuplés qu'ils partagent avec le propriétaire et sa famille. Aucune ventilation n'existe, le fumier, la litière ne sont généralement pas évacués. La divagation des animaux taris et abandonnés dans les rues paralysent la circulation automobile et sont à l'origine de nombreux accidents tandis que l'odeur, le bruit et la saleté imprègnent bon nombre de villes orientales.

L'entretien des animaux en zone urbaine expose gravement la population aux zoonoses. 5 p. 100 des Bufflesses égyptiennes sont atteintes de tuberculose ; des flambées de fièvre aphteuse apparaissent chaque année et la persistance de foyers de Brucellose, de Leptospirose, de Fièvre Q constitue une menace permanente pour les citadins. De plus la présence de troupeaux de Bufflesses dans les villes favorise la pullulation de rongeurs, de mouches, et de tiques, augmentant ainsi les risques d'apparition des maladies dont ils sont les vecteurs habituels : Salmonellose, Shigellose, Fièvre Thyphoïde, Choléra et Peste. Notons cependant que le lait étant toujours bouilli, les risques de contamination par cette voie sont limités.

3° *Aspect zootechnique.*

L'exploitation d'un troupeau de Bufflesses dans les villes constitue un non-sens économique et zootechnique parce que les conditions de production en zone urbaine sont aussi mauvaises pour la femelle laitière que pour le consommateur et parce que cette pratique appauvrit l'ensemble de l'élevage des régions rurales, qui perdent leurs sujets les plus productifs, drainés vers la ville.

Améliorations possibles de la production laitière urbaine

En dépit de tous ces inconvénients, la plupart des pays considèrent le maintien d'une production laitière urbaine comme un mal nécessaire, tant qu'il n'aura pas été possible de mettre en place une infrastructure technique cohérente pour la collecte et

le transport du lait produit dans les zones rurales. C'est pourquoi on a tenté, au niveau des états ou des municipalités de mettre en place une législation permettant de contrôler la production laitière dans les villes. En Inde, on a d'abord institué un système de patente, accordée aux producteurs disposant d'une étable, ou plus sommairement d'un abri pour les animaux, et de facilités garantissant une certaine qualité au lait. Mais la patente est accordée au propriétaire de l'immeuble et non au propriétaire du bétail ; celui-ci, n'étant pas directement atteint par les mesures législatives, s'y conforme le moins possible, d'autant plus que les amendes encourues sont minimes. On cite l'exemple d'un laitier-éleveur qui, après avoir été verbalisé à 80 reprises, n'avait toujours rien changé à ses habitudes !...

Dans certains cas précis, des dispositions plus cohérentes ont été prises : ainsi « The Bombay Essential Commodities and Cattle Act » a permis un contrôle sérieux du bétail entretenu dans les villes. Bien que de portée limitée, ne concernant que l'état de Maharashtra, ce texte est un modèle de précision dans la tentative de rationaliser la production laitière dans les cités indiennes.

Les dispositions essentielles prévoient :

1° Un personnel administratif payé par le gouvernement de l'Etat est chargé de l'application de l'Acte.

2° Une patente est obligatoire pour entretenir du bétail dans la zone sous contrôle.

3° La patente est délivrée au propriétaire du bétail.

4° Une taxe (2-3 shillings soit 1,50 F) est instituée par tête de bétail.

5° La patente n'est accordée que si le postulant présente des garanties suffisantes parmi lesquelles on peut citer : un local de stabulation convenable, un dispositif d'évacuation de fumier, 120 litres d'eau par Bufflesse et par jour, un magasin à fourrage, une stalle de vêlage, une surface pavée minimum et un logement pour les employés.

6° Tous les animaux sont tatoués aux frais du propriétaire avant que la patente puisse être accordée.

7° Les contrevenants verbalisés par l'officier de patente peuvent éventuellement en appeler au gouvernement de l'Etat.

8° Les sanctions prévues lors de violation du contrat sont très lourdes : 225 livres (2 700 francs) d'amende et deux à trois ans de prison.

Le premier résultat du « Cattle Control Order » a été de limiter l'exploitation anarchique du bétail dans les villes ; dans un

deuxième temps, il a permis l'installation des troupeaux à la périphérie de la ville, sur un terrain aménagé à cet effet.

Les colonies laitières.

Historique

Le projet de la première colonie laitière a été conçu à Bombay après la dernière guerre, alors que 15 000 têtes de bétail encombraient cette ville de 4 milions d'habitants. Une appréciation réaliste de la situation interdisait de supprimer le troupeau, l'approvisionnement de la ville en lait n'étant possible que par une production laitière existant dans la zone d'influence de la cité. Tenu par ces contingences, l'Etat de Bombay arrêta un projet initial d'envergure (42 millions de francs).

Entre 1945 et 1947 la colonie laitière s'installe à Aarey, un village situé à 32 km au nord de Bombay, représentant une surface de 1 315 ha (Khurody). L'aménagement initial avait prévu la construction de routes, l'adduction d'eau potable, l'installation électrique, l'établissement de sept grandes fermes prévues pour 700 Bufflesses avec des résidences pour les propriétaires des animaux. Entre mars et octobre 1949, les installations furent agrandies et 3 500 Bufflesses furent déplacées de la ville vers la colonie laitière les éleveurs trouvant sur place des services remarquables : écoles, autobus, marché, hôpital, etc.

Le plan prévoyait que le lait produit à Aarey serait vendu au gouvernement à un prix fixé sur la base du coût de production et d'un profit défini. Le gouvernement de l'Etat, de son côté, prenait en charge la commercialisation de la denrée.

A la fin de 1950, une usine de pasteurisation et d'embouteillage est montée, elle a un débit horaire de 16 000 litres. Au cours des cinq années suivantes, de nouvelles fermes sont construites et occupées par le bétail déplacé de la ville.

Aujourd'hui, il existe trente fermes laitières où sont logées 16 000 Bufflesses adultes et leurs propriétaires. Il n'y a plus de bétail à l'intérieur de la ville de Bombay.

Fonctionnement

Le gouvernement a fixé la taxe par animal laitier à 12 F par mois ; les génisses et les veaux sont entretenus gratuitement. Le montant des taxes représente un intérêt de 4,5 p. 100 du capital investi, déduction faite de l'amortissement des installations. Les éleveurs et le bétail sont liés à la colonie par un contrat très souple, il ne s'agit pas d'un contrat locatif. L'alimentation des animaux est comprise dans la taxe mensuelle, ainsi que le service

vétérinaire et l'insémination artificielle. L'électricité et l'eau restent à la charge des éleveurs.

Le lait est collecté deux fois par jour, pasteurisé dans l'usine, puis vendu dans plus de 1 000 centres distributeurs répartis dans la ville et sa banlieue. La colonie fournit ainsi du lait à 1 500 000 consommateurs. L'exploitant réalise un bénéfice brut de 7 à 10 p. 100, duquel il doit déduire le montant de la taxe par animal et l'intérêt des capitaux empruntés.

La production moyenne par Bufflesse et par jour est de 7 kg, celle de la colonie peut se chiffrer à 138 tonnes par jour, à laquelle vient s'ajouter la production d'une zone rurale : « Anand » distante de 416 km de Bombay, dont le lait est acheminé par rail vers l'usine de pasteurisation de la colonie ; celle-ci traite ainsi environ 180 000 litres de lait quotidiennement.

Du point de vue de l'élevage, on a parfaitement remédié aux contradictions traditionnelles. Les veaux sont sélectionnés, puis élevés dans les fermes spécialisées. Depuis 1949, des milliers de Buffles, de Bufflesses et de génisses ont été distribués dans les villages. Les taureaux subissent un testage avant d'être utilisés pour l'insémination artificielle. Une ration alimentaire est établie avec rigueur pour chaque type d'animal. Les Bufflesses laitières sont très suivies du point de vue sanitaire et reproduction. L'ensemble de ces mesures a permis une amélioration très sensible des qualités des animaux depuis vingt ans. Cette expérience a été la première à être conduite sur des bases zootechniques sérieuses dans le « monde » indien.

Plus récemment, d'autres colonies laitières ont été créées en Inde : à Haringata, Calcutta, Madras, Delhi, et Nagpur ; elles assurent une production laitière de très bonne qualité.

A côté des colonies laitières, il existe 70 fermes modèles dont la production est en général destinée à l'armée. Ces unités entretiennent entre 80 et 1 000 Bufflesses et sont très bien équipées pour une production hygiénique du lait.

En Egypte, le « projet Nasser » a mis en place des fermes nationales, inspirées des colonies laitières indiennes, bien que de moindre importance. Ces fermes sont en mesure de produire un lait propre mais ne disposent malheureusement pas toujours d'installations de réfrigération du lait.

Limites de ce type de production

Les avantages présentés par les colonies laitières sont évidents, mais il faut également admettre que ce type de production laitière a des limites.

1° La production de l'ensemble de ces unités originales ne

représente qu'une proportion très réduite de la consommation de lait des pays intéressés par le lait de Bufflesse.

2° Certains ne reconnaissent aux colonies laitières qu'une valeur expérimentale, leur généralisation est hors de portée des Etats concernés.

3° La rentabilité de ces établissements est très incertaine, l'investissement initial par animal déplacé vers une colonie laitière est de 1 800 francs ; le coût des dépenses de fonctionnement est élevé. L'ensemble des charges n'autorise pas un intérêt annuel supérieur à 5 p. 100 de l'ensemble du capital investi et ne permet pas de commercialiser le lait à un prix abordable par la masse de la population, prix qui n'est même pas compétitif avec celui pratiqué par les Gowali demeurés dans les cités.

4° L'entretien de grands troupeaux concentrés sur une surface réduite présente un aspect artificiel : les colonies laitières constituent une sorte de monopole qui risque de décourager les initiatives des producteurs de village, même s'ils sont groupés en coopératives. L'éleveur rural est écrasé par le potentiel d'une entreprise laitière géante, peu rentable, mais protégée par les subventions de l'Etat.

CHAPITRE II

COLLECTE ET TRANSPORT DU LAIT DE BUFFLESSE

COLLECTE ET TRANSPORT DU LAIT

Le ramassage et le transport du lait de Bufflesse pose des problèmes énormes. Une rationalisation des réseaux de collecte est encore utopique dans une large mesure. Les nombreux plans établis par les Etats eux-mêmes ou par des organismes internationaux (U.N.I.C.E.F., F.A.O., O.M.S., Plan Colombo) n'ont bien souvent aucune résonance pratique tellement les conditions de milieu sont difficiles.

La collecte et le transport du lait de Bufflesse empruntent généralement des circuits aussi compliqués que néfastes pour la denrée et pour la santé du consommateur. Toutefois de très belles réalisations fonctionnent et, si elles contrastent avec l'extrême indigence de l'ensemble des méthodes de collecte et de transport traditionnelles, au moins permettent-elles de définir les seules voies qui feront du lait de Bufflesse une denrée commerciale saine, dont la population a le plus grand besoin.

De nombreuses contingences rendent difficile la collecte du lait de Bufflesse.

La production laitière est saisonnière et, de ce fait très irrégulière ; l'unité de production est très petite, et les producteurs ruraux sont très disséminés ; l'éleveur a un faible niveau d'éducation et se trouve dans l'impossibilité d'investir ; l'eau potable fait partout défaut ; les routes et les voies de communication sont inexistantes ou impraticables une partie de l'année ; enfin le matériel moderne de transport du lait est insuffisant.

MOYENS DE COLLECTE ET DE TRANSPORT TRADITIONNELS

En zone rurale

En milieu rural, les Bufflesses sont traites deux fois par jour ; après leur baignade dans les mares et les étangs du voisinage. C'est en général la fermière qui se charge de la traite et le lait est recueilli dans tous les types de récipients possibles, qui sont le plus souvent souillés de bouse ou par les résidus des traites précédentes.

En Egypte toutefois, les Bufflesses semblent être l'objet de soins plus attentifs de la part de l'éleveur. Les deux ou trois animaux de l'exploitation sont lavés avant la traite, et les vases en terre qui servent de récipient sont stérilisés dans le four à pain avant usage.

La production d'un village indien ou pakistanais n'est en moyenne que de 90 kg par jour. Compte tenu de la dispersion des agglomérations on conçoit qu'il soit impossible de mettre en place des unités de collecte ramassant 2 000 kg de lait par tournée, base minimum retenue pour l'établissement de centres de ramassage équilibrés. Ceci permet également de comprendre l'extrême complexité des chaînes de ramassage traditionnelles. Dans celle-ci interviennent en effet : les producteurs ruraux eux-mêmes, les ramasseurs professionnels, les fabriquants d'entremets sucrés (Halwais en Inde), les vendeurs à la sauvette, les laiteries, les producteurs vendeurs ou Gowalis. les grossistes et les détaillants.

Le ramasseur constitue un maillon essentiel dans la chaîne de commercialisation du lait, il s'accomode des pistes sommaires pour se rendre chez les petits producteurs villageois. Le lait contenu dans des récipients de toute nature : pots en terre, bidons rouillés et cabossés, etc. est acheminé vers des laiteries rudimentaires par tous les moyens : les récipients sont portés sur la tête, suspendus à l'épaule par des bretelles, chargés sur une bicyclette, sur le dos d'un animal ou dans une charrette. Le ramasseur peut rarement utiliser les véhicules automobiles ou le rail.

En zone urbaine et péri-urbaine

La durée de conservation du lait cru de Bufflesse récolté sous les conditions tropicales, n'excède pas trois ou quatre heures lorsqu'il n'est pas réfrigéré. De ce fait les opérations de ramassage et de transport du lait deviennent une course contre la montre. Il arrive que le Gowali aille faire la traite devant la porte de ses clients. Très souvent l'ensemble de la famille du producteur urbain est mis à contribution pour acheminer le lait vers le destinataire,

celui-ci peut être un collecteur, un agent commissionnaire, un transporteur ou un détaillant. Cette fois encore le lait récolté dans de très mauvaises conditions d'hygiène est transporté par tous les moyens jusqu'à la boutique du détaillant. Dans ce cas on peut d'ailleurs difficilement parler de transport, mais plutôt de colportage qui est assuré par des enfants en âge de scolarité et par des femmes.

Les inconvénients des circuits de collecte et de transport du lait aussi compliqués sont encore aggravés par les pratiques frauduleuses d'intermédiaires malhonnêtes. Le mouillage du lait de Bufflesse est une falsification d'autant plus répandue qu'il n'existe pas de service de répression des fraudes efficace. Ce lait coupé d'eau est couramment commercialisé sous l'appellation « lait de vache ». Cette situation déplorable a le seul mérite d'assurer des revenus à tous les intermédiaires, ce qui explique qu'ils soient fort nombreux. Ainsi au Penjab (Pakistan) on a dénombré 21 633 intermédiaires pour 30 000 producteurs urbains et péri-urbains dans les 17 villes principales de cet Etat. On comprend également que le prix d'un litre de lait de mauvaise qualité en Orient soit de 7 à 10 fois supérieur au prix d'un lait d'excellente qualité commercialisé dans les pays Occidentaux.

MOYENS MODERNES DE COLLECTE ET DE TRANSPORT

Les pays producteurs de lait de Bufflesse font actuellement un gros effort pour améliorer les conditions de collecte et de transport du lait.

Le gouvernement Egyptien a défini des « Ensembles d'Action Sociale et de Santé Publique », chacun doit desservir environ 15 000 habitants, et il est chargé d'établir un réseau d'approvisionnement en eau potable, et de doter chaque secteur, c'est-à-dire quatre à cinq villages, d'un centre de ramassage et de réfrigération du lait.

En Inde, on semble s'orienter vers le développement de coopératives laitières fonctionnant parallèlement aux colonies laitières. Le modèle de ce type d'organisation reste la laiterie d'Anand gérée par la coopérative des producteurs de lait du district de Kaira (Etat de Gujarat). Actuellement de nombreux autres projets sont en cours de réalisation dans les régions de Delhi, Madras et Calcutta.

La laiterie coopérative d'Anand reçoit exclusivement du lait de Bufflesse de race Surti. L'usine de pasteurisation traite 150 tonnes de lait par jour ; ce chiffre représente la collecte des 170 coopératives de villages, qui elles-mêmes centralisent la production des 50 000 petits producteurs situés dans la zone d'influence de la

laiterie centrale. Chaque éleveur ne possède pas plus de trois Bufflesses (1,7 en moyenne), il est tenu d'apporter son lait au centre de collecte du village dans la demi-heure qui suit la traite. Un personnel payé par l'Union des Producteurs vérifie la qualité du lait et évalue sa teneur en matière grasse par la méthode Gerber ; si un échantillon est suspect de mouillage, il est testé au lactodensimètre. Le lait récolté à la Société villageoise est transvasé dans des bidons d'aluminium fournis par l'Union puis transporté par camion jusqu'à la laiterie centrale. On a étudié vingt itinéraires desservant les 170 sociétés villageoises distantes, au plus, de 48 km de la laiterie. Ces dispositions permettent d'acheminer le lait sur Anand dans les quatre heures qui suivent la traite. Avant la pasteurisation, on procède à un nouveau contrôle : tout lait présentant une odeur acide est mis de côté et servira à la préparation de Ghee et de caséine lactique ; s'il présente une autre odeur anormale, il est systématiquement refusé. A la laiterie centrale d'Anand, le lait pasteurisé est standardisé à 7,6 p. 100 de matière grasse, puis ce lait est dirigé sur Bombay où il sera transformé en beurre, poudre de lait entier ou écrémé, Ghee, fromages fondus, crème stérilisée en boîte, lait concentré sucré, aliments pour nourrissons, etc.

Le paiement du lait au producteur se fait en fonction de la teneur en matière grasse suivant le barème indiqué par Kurien :

Lait de première catégorie :

6,5 p. 100 de matière grasse et plus, avec un pourcentage d'extrait sec dégraissé de 9 p. 100 et plus.

Lait de deuxième catégorie :

Entre 6 p. 100 et 6,4 p. 100 de matière grasse avec un pourcentage d'extrait sec dégraissé compris entre 8 et 9 p. 100.

Lait de troisième catégorie :

Moins de 6 p. 100 de matière grasse.

Le lait de troisième catégorie est payé à la moitié du prix fixé par l'Union pour le lait de première qualité. Cette mesure permet de décourager les pratiques frauduleuses telles que le mouillage du lait.

Le transport du lait de Bufflesse entre Anand et Bombay (412 km) a permis de mettre au point le matériel le plus approprié pour assurer une bonne conservation de la denrée lors d'un long voyage à des températures ambiantes élevées. On a d'abord transporté le lait pasteurisé en bidons de 35 litres placés dans des wagons isolés. Au cours des douze heures de voyage, la température du lait s'élevait de 5 °C, le coût du transport s'élevant à un franc (1,85 roupie) par bidon (Khurody). Aujourd'hui on utilise des

citernes de 13 600 litres isolées par une couche de liège de 4 cm ; ce matériel a permis de réduire l'élévation de température du lait à 2 °C et d'abaisser le prix du transport à 0,70 franc (1,09 roupie) par 35 litres.

En Egypte, les coopératives de producteurs fonctionnent suivant les mêmes principes mais la quantité de lait apportée par chaque producteur est appréciée par double pesée, l'évaluation du poids semblant plus précise que l'estimation du volume. Le lait est payé à la semaine, après estimation de la teneur moyenne en matière grasse suivant une modalité particulière : à la réception, un échantillon de 10 ml par litre de lait est prélevé et versé dans une bouteille contenant une solution préservatrice qui est en général la formaline, à raison de 2 ml d'une solution à 40 p. 100 par litre de lait ; on utilise également le chromate de potassium, le bichromate de potassium ou le chlorure mercurique. Par cette méthode il est possible de conserver le lait pendant une semaine avant l'estimation de la matière grasse.

Le lait des coopératives rurales égyptiennes est centralisé dans les centres de réfrigération où la qualité bactériologique du lait est testée dès son arrivée. Après la pesée, le lait est versé dans des cuves de 2 000 litres d'où il passera dans un appareil de réfrigération tubulaire d'une capacité de 1 200 litres.

Le lait est refroidi de 28 °C à 4 °C en une heure, puis la denrée est dirigée vers l'usine de traitement dans des bidons ou des citernes isolées.

Le prix payé au producteur est fixé à 40 millimes par kilo (0,52 F) pour le lait de Bufflesse dont le taux de matière grasse est de 6,5 p. 100 (27 millimes, 0,34 F pour le lait de vache à 3,5 p. 100 de matière grasse). Un bonus est ajouté et un retrait effectué (5 millimes, 0,06 F par kg) si le lait contient plus ou moins de matière grasse que la norme conventionnelle. De plus on retient 2 centimes par kilo de lait pour les charges administratives, les dépenses de fonctionnement et l'acheminement du lait vers les centres de réfrigération.

Une telle organisation garantit aux producteurs, comme aux laiteries, un marché régulier et sain, et les coopératives paient le lait de bonne qualité plus cher que ne le peut le ramasseur privé, la différence pouvant être de 25 p. 100.

L'institution de coopératives laitières réduit considérablement les pratiques frauduleuses et l'intervention les corps professionnels intermédiaires.

CHAPITRE III

COMPOSITION DU LAIT DE BUFFLESSE

PRINCIPAUX CARACTÈRES PHYSIQUES

Généralités

Le lait de Bufflesse est un liquide d'un blanc plus neigeux que le lait de vache et de viscosité plus grande : il colle aux récipients. L'odeur et la saveur *sui generis* sont très discrètes lorsque le lait est récolté dans de bonnes conditions.

Les principales constantes physiques sont énumérées dans le tableau ci-dessous (El Rafey) et comparées à celles du lait de vaches élevées dans les mêmes conditions.

Propriété	Bufflesse	Vache
Densité à 20 °C	1,0310	1,0287
Viscosité (centipoise)	2,04	1,86
Indice de réfraction	1,3448	1,3338
Tension superficielle (dynes/cm)	55,4	55,9
Acidité titrable : acidité lactique	0,13	0,15
pH	6,7	6,6
Valeur tampon à pH 5,1	0,0417	0,0359
Point de congélation (degré celsius)	0,560	0,570

Le lait est un système complexe colloïdal, pas seulement un polysystème polydispersé mais aussi un système multi-composé ; les graisses, les protéines, les sucres et les minéraux sont tellement intimement associés dans le lait qu'ils forment un complexe délicatement balancé d'une grande complexité. La totalité des sucres et une partie de la matière minérale sont en solution vraie mais la graisse et les protéines sont en solution colloïdale, la graisse comme émulsion, les protéines comme émulsoïdes.

Tous les composants sont interreliés dans le sens qu'un changement dans la composition où les conditions physiques entraînent un réajustement du système.

I. — **Densité**

La valeur de la densité lue sur le thermolactodensimètre montre que le lait de Bufflesse est sensiblement plus dense que le lait de vache. Grigorov, en Bulgarie, trouve une valeur moyenne de 1,0336. L'étude de la densité, en fonction du stade de lactation montre qu'elle est maximale dans les premiers et troisième mois de lactation (1,0355 et 1,0341), minimale vers la fin de la lactation (au 7e mois 1,0312).

D'autre part le lait du matin a une valeur de la densité moindre (1,0306) que le lait du soir (1,0312).

Cette valeur est peu influencée par la saison, les valeurs extrêmes étant de 1,0318 en mai et juin et 1,0294 en avril.

Mais il faut noter que les variations observées ne sont pas significatives statistiquement.

II. — **Viscosité**

La valeur élevée de la viscosité du lait de Bufflesse est due en grande partie aux caractères de l'émulsion de la matière grasse et des parties colloïdales. L'examen de cette propriété est intéressante dans la mesure où elle intervient à la fois dans la formation et dans les propriétés de la crème.

La mesure de la viscosité est habituellement faite avec les viscosimètres d'Ostwald ou d'Hoppler et les valeurs sont calculées en centipoises par la formule :

$$Cn = T\ (Sb - Ss)\ B$$

Cn = Viscosité absolue en centipoises
T = Intervalle de temps pour la chute de la balle
Sb = Gravité spécifique de la balle
Ss = Gravité spécifique du lait à la température mesurée
B = $\dfrac{Cn}{Sb - S\,sT}$ = constante de la balle

Par cette méthode, Hofi donne les valeurs suivantes :

— lait individuel : 2,9853 C.P. à 1,8727 C.P.
— lait de mélange : 2,3252 C.P. (valeur moyenne)
— lait de marché : 1,4760 à 4,3560 C.P.

Le chauffage du lait pendant quelques minutes à la température d'ébullition fait augmenter considérablement la viscosité jusqu'à 4,082 centipoises (Muck). Les valeurs extrêmes obtenues

pour les laits commercialisés s'expliquent par les traitements variés auxquels ils sont soumis et par le « mouillage » couramment pratiqué.

III. — **Indice de réfraction**

L'indice de réfraction est directement relié aux constituants solubles du lait, et très peu en rapport avec la phase colloïdale. On a pensé que ce test pourrait constituer un critère de dépistage des fraudes. Il ne représente en fait qu'une valeur de première détection car le lait non fraudé présente de grandes variations de cet indice.

La mesure de l'indice de réfraction en utilisant l'immersion du réfractomètre d'Eintauch donne les valeurs suivantes (Hofi) :

	Bufflesse	Vache
Lait individuel	1,34492	1,34416
Lait de mélange	1,34542	1,33435
Lait de marché	1,34383	

La pasteurisation n'a pas d'effet sur la valeur de l'indice de réfraction, la stérilisation par contre donne un abaissement des valeurs de cet indice.

La saison ou le mois de lactation ne font pas apparaître des variations significatives dans la valeur de l'indice (Grigorov), cependant les valeurs maximales obtenues en juin illustrent les corrélations existant entre l'indice de réfraction et l'extrait sec dégraissé.

IV. — **Tension superficielle**

La tension superficielle des laits de Bufflesse est largement inférieure à celle des laits de vache.

Les valeurs, déterminées par les méthodes de l'anneau ou de la goutte et exprimées en dynes par cm, sont très variables (Akhundov, Chandan) et comprises entre 46,21 et 53,177 dynes par cm à 20 °C.

La tension superficielle varie inversement avec la température et la richesse en matière grasse (Parkash).

Ces observations permettent d'expliquer certaines difficultés

technologiques rencontrées à la suite du chauffage du lait où lors de sa reconstitution à partir de la poudre de lait écrémé (Chandan).

V. — Acidité, pH, pouvoir tampon

L'acidité, le pH et le pouvoir tampon d'un lait constituent des caractères de composition très importants dans la mesure où ils sont d'une part des facteurs liés à l'espèce et d'autre part un moyen d'apprécier la qualité d'un lait avec toutes les conséquences pratiques intervenant au niveau de la conservation et de la transformation de celui-ci.

Acidité.

Classiquement on admet que le lait frais de Bufflesse présente une acidité titrable d'acide lactique basse (12 à 15° Dornic) un pouvoir tampon très grand et un pH élevé (6,8).

Il semble que bon nombre de travaux récents conduisent à nuancer ces données.

En effet, Hofi, par la méthode de Ling, donne pour l'acidité titrable les valeurs suivantes (en décigrammes d'acide lactique par litre, ou degrés Dornic).

	Bufflesse	Vache
Lait individuel	18,6	17,8
Lait de mélange	17,5	17,2
Lait de marché	15,3	

Ces résultats confirment les travaux antérieurs de El Sadek et Hamed, pour qui la valeur moyenne de l'acidité du lait frais est de 16 décigrammes d'acide lactique par litre, et de Grigorov qui trouve une moyenne annuelle de 15,15 °Dornic et une moyenne de lactation de 16,2° Dornic, les valeurs maximales étant observées en Janvier (17,2 degrés Dornic) et au septième mois de lactation (18,8 °D).

Il reste que l'acidité lactique des laits de Bufflesse présente d'une manière générale des valeurs plus basses que celles des laits de vache correspondants. Mais la différence n'est pas significative et il semble qu'un lait de Bufflesse présentant une acidité titrable de 17 ° Dornic ne peut, à priori, être considéré comme une denrée altérée.

Par contre on expliquera la valeur basse de l'acidité titrable

des laits de commerce : 15,3 dg/l (Hofi) comme résultant du mouillage du lait obtenu par une traite normale.

L'effet de la chaleur sur le lait de Bufflesse comme sur le lait de vache se traduit par une légère diminution de l'acidité titrable lors de la pasteurisation ou d'une ébullition prolongée, tandis que la stérilisation entraîne une augmentation insignifiante de l'acidité des deux laits (Hofi). Ces résultats étant par ailleurs discutés.

pH :

La valeur de la concentration en ions hydrogène mesurée par le « pH mètre » (Beckman Zermétric) avec une électrode en verre a donné les valeurs suivantes (Hofi).

	Bufflesse	Vache
Lait individuel	6,60	6,50
Lait de mélange	6,58	6,53
Lait de marché	6,65	

Pour Francisis, en Italie, la valeur moyenne du pH des laits de Bufflesse, quatre heures après la récolte, était de 6,78 $\pm$ 0,03, c'est-à-dire supérieure à celle trouvée pour le lait des vaches élevées dans la même région, mais la différence est faible et non significative statistiquement.

Le pH du lait n'est pas affecté par la saison, le stade de lactation, la production laitière. Par contre la chaleur joue un rôle important (Hofi), et en cas d'ébullition prolongée ou de stérilisation à 120 °C pendant 20 minutes, le pH diminue significativement tandis que le pH du lait de vache n'est pas affecté par l'ébullition.

Il ressort (Miniéri) que le pH et l'acidité du lait de Bufflesse varient inversement l'un par rapport à l'autre.

Valeur tampon.

La détermination des courbes de titration électrométrique pour le lait de vache et de Bufflesse (Parkash et Puri) a montré que, pour une valeur initiale moyenne de pH de 6,63 (Bufflesse) et 6,61 (vache), les valeurs du pH au point d'inflexion étaient de 8,4 (Bufflesse), et 8,3 (vache) ce qui correspondait à l'adjonction de 12 à 16 ml de NaOH 0,1N pour 100 ml de lait.

Par contre, dans les valeurs acides, on observe (Dastur et Rao) à pH 4,9-5,1, une valeur tampon maximum de 0,417 pour le lait de Bufflesse et de 0,359 pour le lait de vache. Cela démontre que le lait de Bufflesse a un pouvoir tampon élevé par rapport au lait de vache, surtout dans les valeurs acides.

VI. — **Point de congélation**

Le point de congélation est la propriété physique la plus constante et de ce fait a été utilisée pour détecter le mouillage du lait de Bufflesse. S'il existe aujourd'hui des limites à son usage (l'addition de lait écrémé, par exemple) sa détermination reste très importante. Utilisant le cryoscope de Hortvet ou le cryoscope de Beckmann, Parkash et Puri donnent les valeurs suivantes pour la dépression du point de congélation du lait de Bufflesse et du lait de vache :

	Hortvet	Beckmann	
		Bufflesse	Vache
Lait individuel	0,518 °C à 0,590 °C	0,5454 °C	0,5408 °C
Lait de mélange	0,516 °C à 0,580 °C	±	±
Lait de commerce ..	0,278 °C à 0,575 °C	0,0011 °C	0,0006 °C

Les valeurs moyennes figurant pour le lait de commerce s'expliquent par le mouillage du lait. Ainsi au Caire, la valeur moyenne étant fixée à 0,530 °C, 58 p. 100 des laits seraient des laits coupés d'eau.

Les valeurs observées pour le lait de Bufflesse diffèrent très peu de celles du lait de vache ; par contre les écarts sont plus grands dans le lait de Bufflesse.

L'influence du traitement du lait par la chaleur montre une diminution du point de congélation de 0,005 °C si le lait est porté à l'ébullition ou soumis à un chauffage prolongé. Cela est essentiellement dû à l'évaporation d'eau. La pasteurisation et l'ébullition n'entraînent que peu de variation sur le point de congélation du lait de Bufflesse.

VII. — **Potentiel d'oxydo-réduction**

Si l'on tient compte de la complexité des systèmes impliqués

et de la sensibilité du potentiel d'oxydo-réduction vis-à-vis de l'action des bactéries, cette propriété n'a pas beaucoup de signification. Cependant quelques auteurs pensent que sa mesure dans certaines conditions standardisées peut donner certains renseignements quant à la contamination bactérienne, à l'oxydation de la fraction lipidique, etc.

La mesure du potentiel d'oxydo-réduction se réalise habituellement soit par une méthode colorimétrique utilisant un colorant tel que le bleu de méthylène ou la résazurine, soit par une méthode électrométrique utilisant un potentiomètre.

Les résultats suivants ont été obtenus par cette dernière méthode :

	BUFFLESSE			VACHE		
	minimum	maximum	moyenne	minimum	maximum	moyenne
Lait cru	0,470*	0,600*	0,5391*	0,445*	0,655*	0,5367*
Lait pasteurisé.	0,460	0,600	0,5430	0,450	0,640	0,5373
Lait stérilisé ..	0,375	0,580	0,5046	0,435	0,600	0,5194
Lait bouilli	0,1415	0,590	0,5043	0,440	0,610	0,5129

* Volt.

La stérilisation et l'ébullition du lait entraînent une diminution du potentiel d'oxydo-réduction qui est statistiquement significative pour le lait de Bufflesse.

VIII. — **Conductivité électrique**

Les valeurs moyennes (Puri), pour les laits de vache, sont de 6,615 ± 0,271 milliohms et, pour les laits de Bufflesse, 6,690 ± 0,223 milliohms.

On a trouvé une corrélation entre la conductivité électrique exprimée en milliohms et la teneur en chlorures (mg/100 ml) selon l'équation :

$$C = 0{,}685 + 0{,}1039 \times \text{chlorures}$$

Lors de l'addition de lait de vache au lait de Bufflesse, on note (Pal), une augmentation de la valeur de la conductivité du lait de Bufflesse. Il en est de même lors d'addition de lait écrémé ; par contre on observe une diminution de la conductivité électrique lors d'addition d'eau.

Interrelation entre les caractères physiques et chimiques

Tous les composants du lait sont interreliés de telle sorte qu'un changement dans la composition ou les caractères physiques de l'un d'entre eux se répercutera sur les autres et induira un réajustement dans le système physique pris comme une entité (Hofi).

Tableau des corrélations entre différentes propriétés physiques et composants du lait de Bufflesse.

	Indice réfraction	Dépression point congélation	Viscosité	Potentiel oxydo-réduction	pH
Indice réfraction		—	—		
Dépression point congélation					
Viscosité	—				
Potentiel d'oxydo-réduction..	—		+		
pH	—	—	+	—	
Acidité				—	
Extrait sec dégraissé	+	+	+	+	+
Matière grasse	+	—	+	+	
Lactose			signif.		+
Densité		—		+	

LIPIDES

Définition

Les lipides sont des esters d'acides gras avec des alcools variés.

La fraction lipidique est particulièrement importante du point de vue quantitatif, qualitatif, diététique, économique et hygiénique. Elle représente une des caractéristiques essentielles du lait de Bufflesse.

Importance

Importance quantitative.

La teneur en matière grasse du lait de Bufflesse est toujours très élevée, bien qu'assez variable. Elle est toujours très supérieure à la teneur en matière grasse des laits de vache.

Les valeurs moyennes publiées par différents chercheurs figurent ci-dessous :

		PAYS	p. 100	g/l
Akhundov	Lait de troupeau	URSS	9,25	92,5
Merzametov	»	URSS	8,10	81,0
Grigorov	»	Bulgarie	7,50	75,0
Abd el Salam....	»	Egypte	6,37	63,7
El Sadek	Lait de commerce	Egypte	5,70	57,0
Paul et Malham..	Lait de troupeau	Inde	7,21	72,1
Gosh	»	Inde	6,80	68,0
Malossini	»	Italie	7,87	78,7
Miniéri	»	Italie	7,22	72,2

La matière grasse est dosée selon la méthode acido-butyrométrique (Gerber) dont Pruthi a préconisé une correction compte tenu de l'erreur considérable résultant de l'imprécision dans la calibration et l'étalonnage du butyromètre, erreur constatée par référence à la méthode gravimétrique standardisée. L'imprécision de la méthode Gerber n'ayant que peu d'importance dans les laits de vache est inacceptable sans correction pour le dosage de laits à haute teneur en matière grasse.

Importance qualitative.

Les propriétés et les fractions constitutives de la matière grasse du lait de Bufflesse présentent de grandes différences par rapport au lait de vache. Il en résultera des incidences au niveau de la conservation, du traitement, et de la transformation de la matière grasse.

Importance économique.

Dans un grand nombre de pays pour lesquels la production laitière des Bufflesses représente une fraction importante de la production totale, le prix du lait est calculé sur le taux de matière grasse.

Importance diététique.

La valeur alimentaire des lipides du lait, directement absor-

bables au niveau de l'intestin est d'autant plus considérable que la production laitière des Bufflesses est consommée dans les régions généralement défavorisées où la ration alimentaire est insuffisante ou mal équilibrée.

Caractères physiques

Les globules gras du lait de Bufflesse se présentent sous forme de sphères, en nombre variable (en moyenne : $2{,}7 \times 10^6$ globules par ml - Akhundov) et de taille variable (de 1,5 à 10 microns de diamètre, dont environ 60 p. 100 sont compris entre 3,5 et 7,5 µ).

Structure. — Le globule gras du lait de Bufflesse est constitué d'un noyau central de glycérides entouré d'une couche périphérique de phospholipides à bas point de fusion, l'ensemble étant limité par une membrane lipoprotéique lyophile dont l'intégrité assure la stabilité de l'émulsion de la matière grasse, dispersée dans la phase hydrique.

Taille des globules gras.

La taille des globules gras dans le lait de Bufflesse est fonction du stade de lactation.

TAILE DES GLOBULES (Akhundov)	Début lactation	Fin lactation
Petits (inférieur à 3,5 µ) ..	17,9 p. 100	42,87 p. 100
Moyens (entre 3,5 et 7,5 µ).	79,23 p. 100	52,39 p. 100
Gros (supérieur à 7,5 µ) ..	2,85 p. 100	4,74 p. 100

D'autre part, les globules gras seraient plus gros en été qu'en hiver : Rangappa note une augmentation de taille pour 59,2 p. 100 des globules gras en été.

La taille des globules gras est fonction de la traite : Aliev estime que le lait résiduel des Bufflesses est très riche en matière grasse (18 p. 100 en moyenne) et constitué par des globules de très petite taille (3,72 µ en moyenne).

Stabilité et agglutinabilité.

L'écrémage spontané des laits de Bufflesse résultant de la réunion de plusieurs globules élémentaires par l'intermédiaire d'un film protidique superficiel, se fait difficilement (Abo Elnaga) ce qui rend les globules gras du lait de Bufflesse plus stables que ceux du lait de vache.

Par contre l'écrémage des laits de Bufflesse est davantage affecté par la température que le lait de vache : la température

optimum d'écrémage est de 28-31° pour la Bufflesse et 37,8 °C pour le lait de vache. De même le développement d'acidité dans le lait précipite les protéines, neutralise la charge électrique des globules gras et provoque la destruction de l'émulsion lorsque le rapport surface/volume des globules gras devient faible, destruction se traduisant par le groupement des globules de taille moyenne puis des globules de grande taille alors que les petits globules demeurent libres dans l'espace interglobulaire. De ce fait le chauffage et le développement d'acidité dans le lait de Bufflesse ont de grandes répercussions en technologie (Singh).

Caractères chimiques

La composition moyenne des lipides contenus dans le lait de Bufflesse est la suivante :

1. **Glycérides ou lipides simples.**

Ils résultent de l'estérification du glycérol par des acides gras. Les acides gras intervenant dans la formation des glycérides de la matière grasse des laits de Bufflesse sont les mêmes que ceux rencontrés dans le lait de vache mais avec une répartition différente.

Les études, par chromatographie gazeuse notamment (Intrieri), ont permis de préciser, qualitativement surtout, cette répartition des acides gras.

I. — ACIDES GRAS SATURES

	VACHE p. 100	BUFFLESSE p. 100
a) *Acides gras volatils :*		
— solubles		
C4 acide butyrique		
C6 acide caproïque	4-5	traces
— insolubles		
C8 acide caprilique	0,5-2	inférieur
C10 acide caprique	1-3,5	inférieur
C12 acide laurique	2-5	inférieur
b) *Acides gras fixes :*		
C14 acide myristique	8-11	supérieur
C16 acide palmitique	25-29	supérieur
C18 acide stéarique	8-12	inférieur
C20 acide arachidique	0,4-1	supérieur
TOTAL	57	63 - 64 p. 100

II. — ACIDES GRAS INSATURES

	VACHE p. 100	BUFFLESSE p. 100
A une double liaison :		
C10 acide décénoïque		
C12 acide dodécénoïque ..	3-4	inférieur
C14 acide tétradécénoïque .		
C18 acide oléique	30-40	inférieur
TOTAL	34	28-29
A deux doubles liaisons :		
C16 acide linoléique	4-5	1,5
A trois doubles liaisons :		
C20 acide linolénique	0,5-1,5	0,5
Acide arachinonique		0,19

Akhundov et Cerruti ont précisé les valeurs des indices de la matière grasse du lait de Bufflesse.

— Indice de Reicher-Meissel ..... 31 à 34,5
— Indice de Polenske ..... 2,5 à 2,6
— Indice d'Iode 26
— Indice de saponification 229,8
— Acidité ..... 0,60 — 0,85 p. 100 (d'acide oléique)

La matière grasse du lait de Bufflesse a une teneur élevée en acides gras saturés fixes, notamment un acide palmitique. Par contre elle renferme relativement peu d'acides gras insaturés, notamment d'acide oléique, ce qui permet d'expliquer le haut point de fusion du lait de Bufflesse et sa température de prise en masse élevée, ce qui permet aussi de concevoir les incidences technologiques de la composition des triglycérides du lait de Bufflesse dans la fabrication du beurre en particulier.

Par contre, il ne semble pas qu'il y ait de différence spécifique notable entre les laits de vache et de Bufflesse dans l'aptitude de la matière grasse à se conserver, bien que le lait de Bufflesse ait un taux légèrement plus faible d'acides gras instables.

Les indices d'iode, de Reicher-Meissel et de Polenske, sont significativement plus hauts dans le lait de Bufflesse que dans le lait des vaches entretenues dans des conditions similaires (Tverdokhleb).

L'arrangement des groupes de glycérides mixtes résultant de

la liaison du glycérol avec les différents acides gras (Achaya) figure ci-dessous :

$$\begin{array}{lcll} CH_2\,OH & R-COOH & CH_2\,OOC-R \\ | & & | \\ CH\,OH & + \quad R'-COOH & \longrightarrow \quad CH\,OOC-R' + 3\,H_2O \\ | & & | \\ CH_2\,OH & R''-COOH & CH_2\,OOC-R'' \end{array}$$

GROUPES DE GLYCÉRIDES	Matière grasse Bufflesse p. 100 molaire	Matière grasse Vache p. 100 molaire
a) Trisaturé	39,7	35,1
Di-saturé-mono-insaturé	37,5	36,2
Non-saturé-di-insaturé	22,8	28,7
Tri-insaturé	0	0
TOTAL	100 p. 100	100 p. 100
b) Di-(C4 à C12) mono autres acides	4,4	3,7
Mono-(C4 à C12) di autres acides	54,8	56,8
Pas de groupes C4 à C12	40,8	39,5
TOTAL	100 p. 100	100 p. 100
c) Di-palmitique, mono autres acides	6,4	7,9
Mono-palmitique, di autres acides	69,6	63,4
Pas de groupe palmitique	24,0	28,7
TOTAL	100 p. 100	100 p. 100
d) Di-oléique, mono autres acides	9,7	10,0
Mono-oléique, di autres acides	49,2	51,9
Pas de groupe oléique	41,2	38,1
TOTAL	100 p. 100	100 p. 100

2. **Stérides.**

Les stérides, esters d'acides gras et de stérols, sont présents dans le lait de Bufflesse à des taux inférieurs à ceux rencontrés dans le lait de vache, bien que ce dernier soit moins riche en matière grasse (El Rafey).

Le taux de cholestérides a été évalué entre 0,001 et 0,015 p. 100

soit inférieur à celui de la matière grasse du lait de vache (0,01 à 0,02 p. 100).

L'ergostérol et le déhydro-7-cholestérol sont présents à des quantités infinitésimales.

3. **Phospholipides.**

Les phospholipides ou lipides complexes, constituants mineurs de la fraction lipidique du lait, jouent un rôle important dans la conservation de la qualité et dans l'oxydation des graisses du lait.

La teneur en phospholipides du lait est généralement déterminée par chromatographie sur colonne (Morrison). Plus récemment, on a standardisé une méthode basée sur celle de Walster et De Graaf, dont le principe est la digestion des phospho-lipides par l'acide sulfurique et l'acide nitrique, et l'estimation du phosphore par un procédé colorimétrique.

La teneur du lait de Bufflesse en phospholipides est variable :
de 0,21 g/l à 0,32 g/l (El Rafey)
et de 0,36 g/l à 0,90 g/l (Ranat)

Les valeurs suivantes pour les phospolipides, lécithine, céphaline, sphingomyéline ont été trouvées par Dastur dans la crème de lait de Bufflesse.

p. 100 de matière grasse dans la crème	Phospholipide p.p.m.	Lécithine p.p.m.	Céphaline p.p.m.	Sphingo-myéline p.p.m
47,4	1,229	354,6	577,2	297,5
51,0	1,667	522,3	768,8	374,3
57,6	2,345	662,2	1.113,0	569,3

La teneur globale en lipides complexes et en leurs diverses variétés est moins élevée chez les Bufflesses que chez les vaches.

Facteurs de variation des lipides du lait

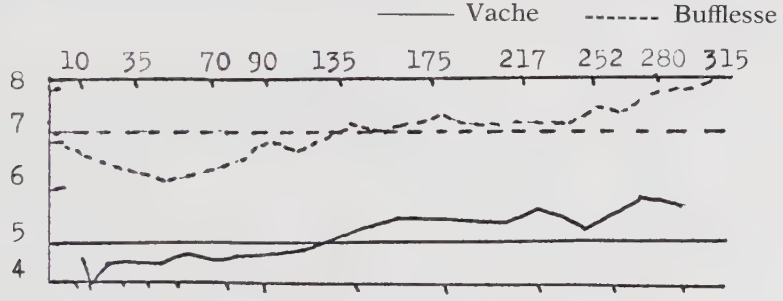
Variations quantitatives.

Stade de lactation.

Le taux butyreux, très élevé dans le colostrum, diminue progressivement jusqu'à la 7e semaine, puis augmente régulièrement de 0,15 p. 100 par semaine jusqu'au 8e-9e mois de lactation (Malossini).

Les valeurs moyennes données par Grigorov au cours d'une lactation sont les suivantes :

Mois de lactation	Taux butyreux
I	6,7
II	7,2
III	7,3
IV	7,8
V	8,2
VI	9,0
VII	9,3
	Moyenne : 7,5



Taux butyreux

Influence de la saison.

Le taux butyreux décroît pendant l'été selon Chanders et Qureschi, les plus hautes valeurs seraient obtenues de septembre à mars avec un maximum en novembre et un minimum en juin suivant le tableau (Grigorov) :

Janvier	8,3	Juillet	7,1
Février	8,4	Août	7,2
Mars	8,2	Septembre	7,4
Avril	8,2	Octobre	7,5
Mai	7,5	Novembre	7,9
Juin	7,1	Décembre	8,0

Une lactation commençant en été aurait un taux butyreux moyen plus élevé qu'une lactation issue d'un vêlage d'hiver.

Influence de la traite.

Pendant les deux premiers mois de lactation, lors d'une traite

normale, Malossini trouve qu'en divisant la traite en huit fractions successives, le taux butyreux de la première fraction est supérieur à celui des 2e et 3e fractions à partir desquelles il augmente régulièrement pour devenir maximum à la fin de la traite. Au fur et à mesure que la lactation avance, cette répartition du taux butyreux change pour finalement augmenter régulièrement de la première à la dernière portion.

Ces résultats sont confirmés par Aliev qui trouve dans le lait résiduel une très forte valeur pour le taux butyreux : 18 p. 100. Toutefois le lait résiduel n'a pas d'incidence sur la répartition de la matière grasse dans les différentes fractions de la traite, probablement à cause de sa faible importance quantitative : 0,5 l soit de 3,39 à 7,47 p. 100 de la totalité d'une traite.

Enfin le lait provenant de la traite du matin semble être plus riche que celui provenant de la traite du soir (7,84 p. 100 et 7,47 p. 100 de matière grasse respectivement) (Grigorov).

Influence de l'âge.

L'influence de l'âge n'est pas établie avec précision. Pour Aliev, le taux butyreux déclinerait avec l'âge, pour d'autres ce facteur n'aurait qu'une influence insignifiante sur le taux butyreux. (Albonico, Casillo, Mincione).

Variations qualitatives.

Saison.

Le lait de Bufflesse présente une plus forte proportion de glycérides à haut point de fusion pendant l'été que pendant l'hiver (Tverdokhleb).

Lactation.

On a noté une légère diminution de l'indice R.M.W. (de 32,2 à 29,8) avec l'avance de la lactation (Verma) ce qui indique l'évolution des acides gras volatils en fonction de la lactation. En soumettant des Bufflesses à une même alimentation durant toute leur lactation Albonico et coll. ont trouvé que :

Les acides gras en C6 - C8 - C10 tendent à augmenter au début puis à diminuer avec l'avance de la lactation.

Les acides gras en C 12 diminuent au début, puis augmentent pour diminuer à nouveau en fin de lactation.

Les acides gras en C18 diminuent au début puis augmentent dans la seconde partie de la lactation.

Les acides gras en C14 et C16 varient d'une manière anarchique au début, puis C14 diminue tandis que C16 augmente avec l'avance de la lactation.

Parmi les acides insaturés, la teneur en acide oléique augmente tout au long de la lactation, l'acide linoléique chute légèrement et avec un mouvement irrégulier tandis que l'acide linolénique chute au début puis augmente régulièrement.

Alimentation.

L'influence d'une ration supplémentée en graines de coton est plus marquée chez la Bufflesse que chez la vache (Anantakrishnan).

Supplémentation	Augmentation du p. 100	Diminution du p. 100
Noix de coco	C 12 - C 14	C 4 - C 16
Huile d'arachide ..	C 18	C 14 - C 16
Graine de coton ..	C 18 - C 16	Acides gras saturés à courte chaîne.
	Acide butyrique	
	Acide palmitique	
	Acide oléique	

Climat.

Les laits des régions chaudes, qu'ils proviennent de Bufflesses ou de vaches, présentent une teneur en acides gras saturés supérieure à celle des laits de pays tempérés.

EXTRAIT SEC DÉGRAISSÉ

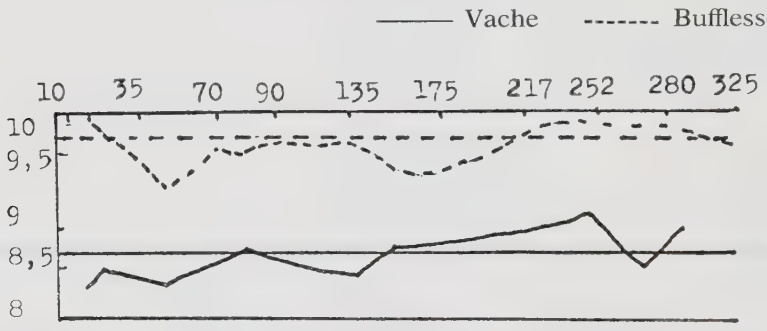
L'extrait sec dégraissé inclut les composants chimiques majeurs du lait, en dehors de l'eau et de la matière grasse. Il représente la teneur du lait en glucides, matières azotées et matières minérales. Sa détermination permet de caractériser le lait d'une espèce et éventuellement d'en dépister certaines altérations. La méthode officielle de détermination de l'E.S.D. est une méthode gravimétrique, présentant l'inconvénient d'une réalisation malaisée et lente ; pour l'estimation de routine, on utilise fréquemment une méthode lactométrique, avec une formule de conversion qui est pour le lait de Bufflesse :

$S = 0{,}3\ Ld. + 0{,}2\ F - 1{,}16$
S = p. 100 de ESD
L = Densité lue sur le lactomètre à 20 °C
F = p. 100 de M.G. du lait

De nombreuses méthodes ont été proposées ; récemment on

a testé un procédé cériométrique rapide et précis utilisant un titrimètre transistorisé.

Le lait de Bufflesse présente un pourcentage en E.S.D. supérieur à celui du lait de vache et estimé, selon les auteurs, entre 10,40 p. 100 (Cerruti) et 9,16 p. 100 (Paul et Malhan). Grigorov observe une valeur maximale de l'E.S.D. en janvier-février (dans les conditions d'élevage en Bulgarie), et une valeur minimale en juillet. Les variations en fonction du stade de lactation montrent une augmentation assez régulière de l'E.S.D. avec l'avance de la lactation comme l'indique le tableau :



Extrait sec dégraissé

MATIÈRES AZOTÉES

On distingue dans les matières azotées une fraction protéique et des composants azotés non protéiques.

L'importance de la fraction protéique est primordiale tant du point de vue diététique, du fait de la richesse du lait en protides, que du point de vue hygiénique, à cause de la fragilité des constituants de cette fraction, et du point de vue technique et économique, parce que les industries de transformation du lait sont largement conditionnées par la nature et les propriétés de la fraction protéique du lait. Une connaisance insuffisante des caractères particuliers des constituants protidiques des laits de Bufflesse, et la transposition sans adaptation des techniques de transformation des laits de vache aux laits de Bufflesse, ont valu de nombreux déboires dans les industries de traitement de ces laits et une appréciation erronnée des qualités et des possibilités

des laits de Bufflesse dans la fabrication de produits dérivés du lait.

Aujourd'hui de nombreux travaux donnent une représentation assez complète de la fraction protéique du lait de Bufflesse.

Protéines totales

Dosage.

La méthode officielle de Kjeldahl est basée sur la minéralisation de l'azote protéique puis la neutralisation de l'azote ammoniacal distillé par une solution acide que l'on peut doser. Cette technique délicate et longue a conduit à utiliser d'autres méthodes, polarimétrique, spectrophotométrique et surtout colorimétrique, soit avec l'orange D (Foster, Monescillo, El Hagarawy) soit avec le noir Amido 10 (Jain), les groupes polarisés des protéines fixant un colorant de charge opposée. Enfin une méthode titrimétrique mettant à profit la réaction de l'E.D.T.A. (Ethylène - Diamine - Tétra - Acétate) avec les groupements cationiques des protéines dans un milieu très acide, permettant de titrer parallèlement le lactose et les chlorures, a donné des résultats aussi précis que ceux obtenus par la méthode de Kjeldahl.

Valeur.

Le taux de protéines totales dans le lait de Bufflesse est supérieur à celui du lait de vache.

La valeur moyenne est très variable, de 3,87 p. 100 (Asker) à 4,32 p. 100 (Merzametov, Grigorov).

Le facteur individuel joue un rôle très important, les valeurs extrêmes en Egypte étant de 2,16 p. 100 à 5,41 p. 100. La race semble avoir une influence sur le taux protéique du lait ; en effet pour les Bufflesses Murrah on a 3,97 p. 100 de protéines totales et pour les Bufflesses communes de l'Inde 3,60 p. 100 en moyenne.

Variations.

L'influence du stade de lactation a fait l'objet de nombreuses études. Le taux de protéines totales, élevé dans la période post-partum, s'abaisse progressivement pour passer par une valeur minimale entre le 2e et le 4e mois après la parturition, puis le pourcentage de protéines dans le lait remonte progressivement et régulièrement jusqu'à la fin de la lactation.

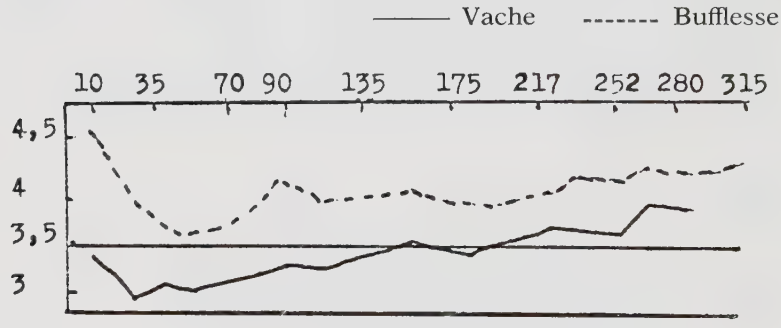
(Grigorov, Asker, Kurbanov, Gosh, Malossini, Aliev, Khan, Qureshi).

Mois de lactation, pourcentage protéine :

I	4,909
II	3,951
III	3,988
IV	4,143
V	4,114
VI	4,352
VII	4,206
Moyenne	4,326

Notons que les différences entre les taux d'hiver et d'été, sont significatives statistiquement.

Tableau comparatif entre le taux de protéines du lait de vache et de Bufflesse.



Protéines totales

L'influence de la saison a été démontrée par Grigorov. Le taux de protéines totales est minimum en avril et novembre maximum en février (en p. 100) :

Janvier	4,2162	Juillet	4,0565
Février	4,2597	Août	4.0578
Mars	4,1018	Septembre	4 2024
Avril	3,9030	Octobre	4,1100
Mai	3,9614	Novembre	3,9000
Juin	4,2910	Décembre	3,5405

Le lait provenant de la traite du matin est légèrement plus riche en matières azotées (4,1298 p. 100, Grigorov) que le lait provenant de la traite du soir (4,0916 p. 100).

Caséine

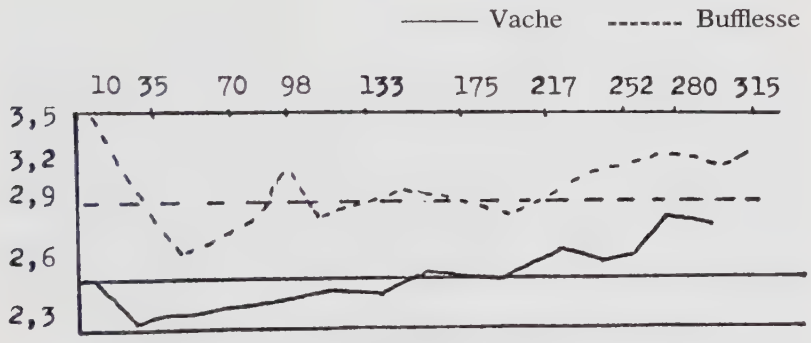
Définition :

La caséine est une hétéroprotéine spécifique du lait ; c'est un phosphocaséinate de chaux.

Le pourcentage de caséine totale du lait de Bufflesse varie entre 2,88 et 3,24 p. 100, soit un taux supérieur à celui du lait des vaches entretenues dans les mêmes conditions (2,54 p. 100 à 2,59 p. 100, Gosh).

Grigorov a apprécié les fluctuations de la teneur en caséine du lait de Bufflesse en fonction de la saison et du mois de lactation. Le taux maximum est atteint en décembre, et passe par une valeur minimale en avril-mai.

Influence du mois de lactation



Caséine

Nature physico-chimique de la caséine.

La caséine du lait de Bufflesse se présente au microscope électronique comme une suspension de particules micellaires dispersées dans une phase hydrique. Le diamètre moyen des micelles de caséine du lait de Bufflesse est supérieur à celui observé dans la caséine de lait de vache.

La densité de la caséine de Bufflesse par rapport à celle de vache déterminée par ultracentrifugation et précipitation au point

isoélectrique figure dans le tableau ci-dessous : (densité à 30 °C).

FORME PRÉCIPITÉE ACIDE		FORME MICELLAIRE
Bufflesse	1,325	1,424
Vache	1,388	**1,456**

Des études par ultracentrifugation différentielle ont montré que la plus grande partie des micelles de caséine du lait de Bufflesse sédimentait à 11 000 g en 30 mn (M.C.I.) tandis que seulement 16,59 p. 100 et 1,71 p. 100 sédimentaient à des accélérations de 46 000 g et 105 000 g (M.C. II et M.C. III). Pour le lait de vache la proportion de caséine micellaire était plus forte dans M.C. II (53,87 p. 100) puis dans M.C. I (32,82 p. 100) et M.C. III (13,51 p. 100).

La caséine soluble n'existerait pratiquement pas dans le lait de Bufflesse selon Sabarwal et Ganguli.

Fraction azotée.

Le dosage de l'azote dans la caséine du lait de Bufflesse donne 15,3 p. 100 d'azote, soit plus que pour le lait de vache.

On obtient, par hydrolyse de la caséine du lait de Bufflesse par la pepsine, la trypsine, la papaïne ou la pancréatine, les mêmes acides aminés que lors de l'hydrolyse de la caséine de lait de vache mais avec des proportions différentes. La disposition des acides aminés dans la caséine de lait de Bufflesse est identique à celle rencontrée chez la vache (Ganguli), notamment pour les acides aminés terminaux qui sont toujours l'arginine et la lysine.

Toutefois la teneur de la caséine de Bufflesse en acides aminés essentiels est de 22 p. 100 supérieure à celle de la caséine de vache (Madamov).

Acides aminés essentiels de la caséine du lait
(déterminés par chromatographie sur papier) (Madamov)

Acide aminé	Caséine Bufflesse g. l	Caséine Vache g/l
Arginine	1,22	0,98
Histidine	1,13	0,78
Acide glutamique + Thréonine	6,28	4,62
Lysine	2,32	1,75
Leucine + Isoleucine	2,71	1,98
Méthionine + Valine	3,34	2,40
Phénylalanine	2,19	1,17
Tryptophane (Rai et Joshi)	0,68	0,54

Phosphore.

Le phosphore est réparti dans la structure de la micelle, à la fois dans la structure interne, sous forme organique d'ester phosphorique de la sérine, et à la surface de la micelle sous forme minérale. Les dosages donnent 0,764 p. 100 de phosphore ; ce taux ne montre pas de différence avec la teneur en phosphore de la caséine de lait de vache.

Calcium.

Le calcium est intégré à la micelle de caséine, d'une part sous forme de phosphate tricalcique rattaché à la micelle, d'autre part sous forme de combinaison chimique de type COO-Ca-COO.

L'équilibre entre le calcium soluble et le calcium micellaire détermine le balancement entre la caséine soluble et la caséine micellaire.

La caséine de lait de Bufflesse contient plus de calcium que la caséine de lait de vache et la taille de la micelle est directement proportionnelle à la teneur en calcium et en phosphate (Ganguli).

Soufre.

Le soufre est présent dans la micelle de caséine sous forme d'acides aminés soufrés, méthionine surtout, puis cystine et cystéine.

Fraction glucidique.

Selon Albonico, Mincione et Esposito, les valeurs moyennes des constituants glucidiques seraient :

Galactose : 0,224 p. 100
Galactosamine : 0,231 p. 100
Acide N-acétyl-neuraminique (ou acide-O-sialique) 0,189 p. 100
Glucides totaux : 0,645 p. 100.

L'acide sialique, à cause de son importance dans les mécanismes de la coagulation-présure, a reçu beaucoup d'attention. La fraction d'acide sialique dans la fraction acide totale de la caséine déterminée par l'extraction à l'alcool-acétone est de : 1,35 et 2,57 chez la Bufflesse, 3,08 et 5,62 chez la vache. Sous l'action de la présure, un glycopeptide contenant de l'acide sialique (acide N-acétyl-neuraminique) est libéré de la caséine, la vitesse de libération étant moins rapide chez la Bufflesse que dans le lait de vache.

On estime que l'acide sialique présent dans la caséine représente 80 p. 100 du contenu total du lait en cet élément, le reste étant inclu dans la fraction protéique soluble du petit lait.

Hétérogénéité de la caséine.

L'application des techniques électrophorétiques sur papier (pH 8,6 ; tampon : Véronal urée), ou sur gel d'amidon et polyacrilamide montre que la caséine de lait de Bufflesse migre plus lentement que la caséine du lait de vache. Cela est probablement dû au poids moléculaire plus grand de la caséine de Bufflesse.

L'analyse montre que (Ganguli, Prodanski) la concentration relative des différentes fractions par rapport à l'ensemble de la caséine est :

	α	β	γ
Caséine Bufflesse..	44,5	52,4	3,1
Caséine Vache	54,5	39,1	6,4

A ce propos, il faut noter que les résultats donnés par différents auteurs ne sont pas toujours sans contradiction.

a) *Caséine* α.

1° On distingue une caséine αs sensible au calcium, avec une fraction αs_1 contenant une forte proportion de phosphore et apparaissant par électrophorèse sur gel d'amidon et gel de polyacrilamide sous la forme de cinq bandes, dont la vitesse de migration de la plus rapide est légèrement plus lente que le mouvement de αs_1 du lait de vache.

2° La fraction « *caséine K* » insensible au calcium, est habituellement subdivisée en fraction pauvre en P (peu étudiée) et en une fraction K (Kappa) jouant un rôle essentiel dans la solubilité des autres fractions. La fraction K de la caséine du lait de Bufflesse est moins importante que la fraction correspondante du lait de vache, et migre plus lentement sur le papier électrophorétique. Selon Aschaffenburg et Sen, elle apparaît en une bande forte dans la position de la caséine K B (Kappa B) du lait de vache. Cette bande forte est surmontée par des doublets de bandes faibles. La caséine K contient une fraction glucidique très importante (acide sialique).

b) *Caséine* β.

Sensible au calcium, elle migre lors d'électrophorèse vers une position très voisine de la caséine β du lait de vache (Aschaffenburg) Il semble qu'il n'existe qu'une seule caséine β dans le lait de Bufflesse.

Propriétés de la caséine.

La stabilité de la micelle de caséine est la résultante de la force de répulsion réciproque des particules chargées négativement, de l'hydratation des micelles entourées d'eau liée et de l'équilibre entre la phase colloïdale et la phase hydrique, c'est-à-dire de l'équilibre entre la caséine micellaire et la caséine soluble, lui-même fonction du calcium soluble et du calcium micellaire.

Toute modification de cet équilibre entraînera l'apparition soit d'un lait extrêmement instable, soit d'un produit incoagulable.

Coagulation présure.

L'addition de présure, enzyme sécrétée par la caillette des jeunes Ruminants, provoque la dénaturation de la caséine Kappa qui assure la stabilité des autres fractions de la caséine. Il en résulte dans un premier temps la formation d'un paracaséinate de chaux d'une part, et, d'autre part, la libération d'une matière azotée, soluble dans le sérum, pauvre en calcium. Cette fraction (protéose ou N.P.N.) est un caséino-glycopeptide constitué d'acides aminés-alcools et de la fraction glucidique de la caséine Kappa : galactose, galactosamine et surtout acide N-acétylneuraminique ou acide sialique. Du fait de l'apparition de ce caséino-glyco-peptide, la caséine Kappa n'a plus le groupement prosthétique glucidique nécessaire aux propriétés stabilisantes et, dans un deuxième temps, en présence d'ions calcium libérés dans la solution par la destruction de la caséine Kappa, des liaisons s'établiront entre les micelles. Il y aura formation d'un coagulum, le complexe phospho-paracaséinate de calcium étant insoluble.

Composition du complexe phospho-paracaséinate du lait de Bufflesse (Monieb, El Gazar), en p. 100

	Caséine p. 100	Calcium total p. 100	Phosphore minéral p. 100	Phosphate de calcium p. 100
Bufflesse	79,68	3,60	0,999	1,933
Vache	80,98	3,14	0,866	1,676

Les différences entre les teneurs en calcium total, phosphore minéral et phosphate de calcium sont significatives statistiquement ($P<0,05$).

La stabilité à la présure est donnée par le temps de coagulation du lait par une présure déterminée, utilisée à une concentration donnée.

Temps de coagulation à la présure du lait de vache et de Bufflesse (temps en minutes)

	Maximum	Minimum	Moyenne
Vache	55,2	28,0	38,2 ± 5,4
Bufflesse	33,0	15,1	25,5 ± 5,6

Bien que le lait de vache soit en moyenne plus stable que le lait de Bufflesse, il y a un certain nombre de valeurs erratiques. Ceci fait que le temps de coagulation à la présure ne peut être utilisé comme un test valable pour faire la distinction entre le lait de vache et le lait de Bufflesse.

Par exemple, alors que le temps de coagulation à la présure dans le lait de Bufflesse a une valeur maximale de 33 mn, la valeur minimale pour le lait de vache est de 28 minutes.

Tout échantillon inconnu ayant un temps de coagulation compris entre 28 et 33 minutes peut être du lait de vache ou de Bufflesse.

Il existe une relation étroite entre le temps de coagulation à la présure et le taux de calcium soluble. En effet, si on déplace le calcium colloïdal par un échangeur de cation (tel que l'oxalate d'ammonium, le chlorure de calcium), on augmente le taux de calcium soluble et on fragilise par là le complexe phospho-caséinate.

Par contre, si on remplace le Ca^{++} du complexe phospho-caséinate par le sodium ou le potassium, on augmente la stabilité à la présure dans une large mesure, l'effet étant relativement plus important dans le lait de Bufflesse que dans le lait de vache. Ces traitements diminuent les taux de calcium soluble et total. Toutefois on note que le remplacement du Ca^{++} par Ba^{++} n'entrave pas, d'une manière appréciable, la stabilité du lait.

La dilution du lait provoque une augmentation considérable du temps de coagulation à la présure à cause de la dilution du calcium soluble. Cependant l'observation de certains chercheurs suivant laquelle l'augmentation relative est plus importante dans le lait de vache que dans le lait de Bufflesse et pourrait constituer un test pour différencier les deux laits n'est pas fondée (Puri).

Enfin le temps de coagulation à la présure est étroitement lié au pH et à l'acidité de même qu'au stade de lactation.

Coagulation à l'Ethanol.

La stabilité des protéines du lait tient à l'hydratation et à la charge des particules. L'addition de solvants organiques comme

l'éthanol fait baisser le degré d'hydratation et la constante diélectrique du milieu : les micelles de caséine auront tendance à coaguler.

Le test à l'alcool consiste à provoquer la coagulation instantanée de la caséine par addition de chlorure de calcium puis d'éthanol.

Avec le lait cru de Bufflesse, la coagulation est obtenue par addition de 5 à 10 mg de $CaCl_2$/100 ml tandis qu'il faut 20 à 25 mg/100 ml pour provoquer la coagulation du lait de vache. Cela s'explique parce que la concentration en Ca et Mg du lait est plus proche du point d'instabilité chez la Bufflesse que chez la vache. Le test à l'alcool constitue un des moyens habituellement utilisés pour différencier le lait de Bufflesse du lait de vache.

La valeur éthanol du lait de Bufflesse (représentée par la concentration minimale d'une solution d'alcool éthylique provoquant la coagulation de la caséine) est généralement inférieure à la valeur éthanol du lait de vache. La pasteurisation et surtout l'ébullition augmentent la stabilité du lait à l'éthanol, ceci s'explique en partie par la diminution du calcium soluble.

Valeur éthanol (en degrés d'alcool éthylique)

	Maximum	Minimum	Moyenne
Vache	90	56	74 ± 6
Bufflesse	83	54	70 ± 8

La stabilité à l'éthanol comme le temps de coagulation à la présure, est étroitement lié au taux de calcium soluble.

Stabilité à la chaleur.

La stabilité d'un lait à la chaleur peut se définir par le temps nécessaire pour provoquer la coagulation de ce lait à une température donnée.

Le lait de Bufflesse est, en moyenne plus sensible que le lait de vache à l'action de la chaleur. En fait, de grandes variations sont observées en fonction de l'individu.

Chaque lait est un système colloïdal unique ; c'est pourquoi la mesure du temps de coagulation des micelles de caséine par la chaleur ne peut constituer un test valable pour distinguer les laits de vache des laits de Bufflesse.

Le rôle du calcium soluble a été considéré comme primordial dans la stabilité du lait à la chaleur. En fait, la stabilité de la dispersion des protéines du lait de Bufflesse est le résultat d'un équilibre entre de nombreux facteurs au premier rang desquels

on trouve le calcium, les phosphates et les citrates. Tout déplacement de cet équilibre, notamment le remplacement du calcium colloïdal du phospho-caséinate par un cation (Na^+, K^+, Al^{+++}, Ba^{++}), perturbe l'ensemble du système qui est déstabilisé (Puri).

Le chauffage du lait à diverses températures provoque une baisse des teneurs en calcium colloïdal de la micelle de caséine et, à l'inverse, le maintien du lait à 0 °C pendant 12 h et 24 h, augmente la teneur des micelles en acide sialique mais diminue la teneur en calcium (Sabarwal).

Le temps de coagulation du lait de Bufflesse à 130 °C varie de 11,0 à 38,0 minutes, avec une moyenne de 21,6 minutes (lait de mélange), (Abd El Salam). De plus la stabilité du lait de Bufflesse à la chaleur est minimale au début et à la fin de la lactation.

Enfin notons que Abd El Salam a trouvé des corrélations significatives entre la stabilité à la chaleur du lait de Bufflesse, la stabilité à l'éthanol (raison = + 0,495) et le temps de coagulation à la présure (raison r = + 0,557) ce qui confirme une relation étroite entre ces trois propriétés.

Opacité de la caséine en milieu alcalin tamponné.

La caséine micellaire de lait de Bufflesse préparée par déshydratation et placée en milieu tamponné (Tris phosphate, Maléate, Citrate) à des pH variables, puis observée au spectro-colorimètre à 600 mμ montre une plus grande opacité que la caséine micellaire de vache. Cette opacité supérieure est due à un taux de Ca^{++} plus grand qui intervient sur l'opacité par ses liaisons avec les particules micellaires. L'opacité augmente à mesure que le pH baisse (pour une même concentration de la solution tampon), dans la mesure où l'on se rapproche du point isolélectrique de la caséine (pH = 4,6), les micelles de caséine étant à ce moment plus proches de l'instabilité.

Matières azotées solubles

Protéose - Peptone.

Les Protéose-peptones constituent une partie des matières azotées du sérum qui s'écoule du gel de caséine obtenu par la présure. Cette fraction ne précipite pas lors de la coagulation acide du lait au point isoélectrique (pH 4,6). Elle est estimée classiquement par une méthode colorimétrique. Récemment on a mis au point une méthode turbidimétrique, en utilisant l'acide trichloracétique et le sulfate d'ammonium ; ce procédé permet d'évaluer

directement la fraction protéose et protéose-peptone, la fraction peptone étant obtenue par différence (Joshi).

Les taux estimés par les deux méthodes figurent ci-dessous :

	Méthode turbidimétrique	Méthode colorimétrique
Protéose-peptone :		
Vache	: 198,0 à 242,2 mg/10 ml lait	195,5 à 240,5 mg/10 ml
Bufflesse :	182,3 mg/ 10ml lait	185,5 mg/10 ml
Protéose :		
Bufflesse :	55±2,57 mg/10 ml lait	
Peptone :		
Bufflesse :	162±11,39 mg/10 ml lait	

Le taux de protéose peptone du lait de Bufflesse est sensiblement inférieur à celui du lait de Vache (Ganguli) et, si ce dernier contient davantage de protéose, on note que le lait de Bufflesse est plus riche en peptone (Joshi).

Toutefois la proportion de protéose-peptone dans le lait de Bufflesse est très variable, sous la dépendance de nombreux facteurs, notamment de la durée du stockage du lait et de l'action d'enzymes protéolytiques telles que la Trypsine. De plus celle-ci fait apparaître des fractions protéose-peptone modifiées, ayant une teneur plus faible en acide sialique par rapport aux protéose-peptones existant dans le lait non modifié (Joshi).

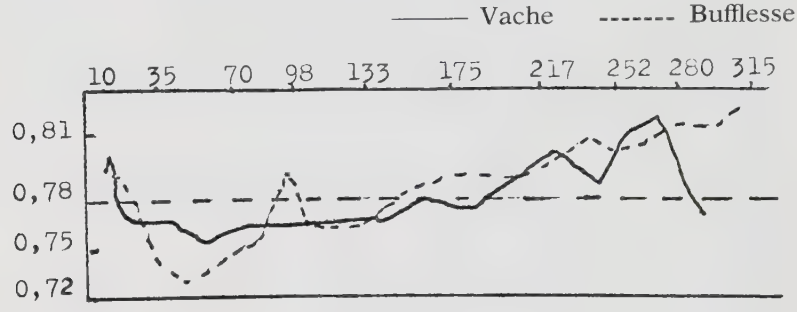
Albumines.

α-Lactalbumine (0,5 p. 100 du lait).

La lactalbumine est une protéine soluble sécrétée par la mamelle. Présente dans le petit-lait, elle est mise en évidence par électrophorèse du lait de Bufflesse écrémé ; elle migre moins que l'α-lactalbumine de la vache et, bien que présentant comme cette dernière deux bandes distinctes à l'électrophorèse, on a pensé que la différence de migration pourrait constituer une méthode pour détecter la falsification du lait de Bufflesse par du lait de vache (El Hagarawy).

De plus l'α-lactalbumine présentant une spécificité d'espèce étroite, Malik a mis au point une méthode immunologique applicable au lait de Bufflesse pour détecter le mélange de laits d'espèces variées. Par injection des protéines du petit lait au lapin, on provoque la formation d'anti-corps anti-albumine spécifiques, et on peut ainsi détecter une partie de lait de vache dans 31 parties de lait de Bufflesse. Il faut noter cependant la réserve faite par

Gosh et Paul, qui ont obtenu des réactions croisées avec les protéines d'autres espèces (chèvre, brebis).



Albumine

Sérum - Albumine.

Cette fraction excrétée à partir du sang n'a pas suscité beaucoup d'intérêt chez les Bufflesses, du fait qu'elle est surtout à prendre en considération lors du développement d'un processus pathologique.

Globulines.

β-Lactoglobuline.

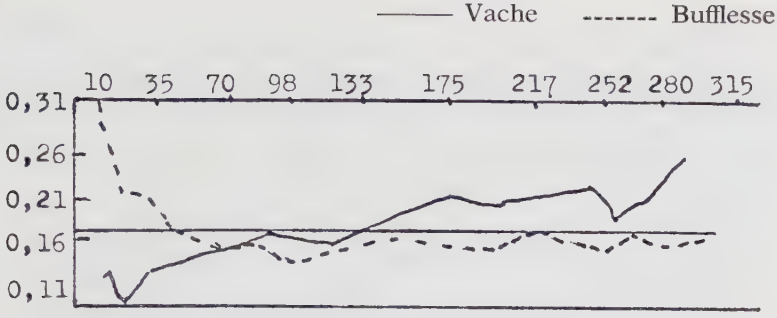
La β-lactoglobuline est une holo-protéine sécrétée par la mamelle et présente dans le lait à l'état colloïdal, sous forme de micelles fortement hydratées.

La fraction « Albumines-Globulines » du lait de Bufflesse est en moyenne de 0,62 p. 100 (Grigorov) ; la valeur maximale de cette fraction est obtenue en septembre (0,72 p. 100), les valeurs minimales en décembre et avril (0,55 p. 100).

Les variations au cours de la lactation figurent sur le graphique ci-dessous. Le taux de globulines diminue avec l'avance de la lactation. La proportion de β-lactoglobulines dans le lait de Bufflesse est inférieure à celle du lait de vache (Dilanyan). La structure de cette fraction protéique commence à être étudiée.

La détermination des acides aminés N-terminaux par formation d'hydantoïne montre que les deux chaînes β-lactoglobuline de Bufflesse ont la même séquence N-terminale d'acides aminés : leucine et isoleucine, alors que la leucine est le seul acide aminé N-terminal de la fraction α et β de la lactoglobuline de vache.

De plus l'hydrolyse de la β-lactoglobuline de Bufflesse par la carboxy-peptidase A provoque le relâchement d'abord de la valine puis de l'histidine. Ambrosino pense que les deux chaînes



Globulines

de β-lactoglobuline du lait de Bufflesse ont la même séquence d'acides aminés C-terminaux.

La β-globuline est en grande partie responsable de la libération des groupements sulfhydriles réducteurs lors du chauffage du lait. Le lait de Bufflesse frais a un taux de - SH inférieur à celui du lait frais de vache ; par contre, lors du chauffage du lait à 75-95 °C, le taux de-SH du lait de Bufflesse est supérieur à celui du lait de vache soumis au même traitement. Ce fait revêt une grande importance dans la conservation des qualités organoleptiques du lait de Bufflesse traité par la chaleur.

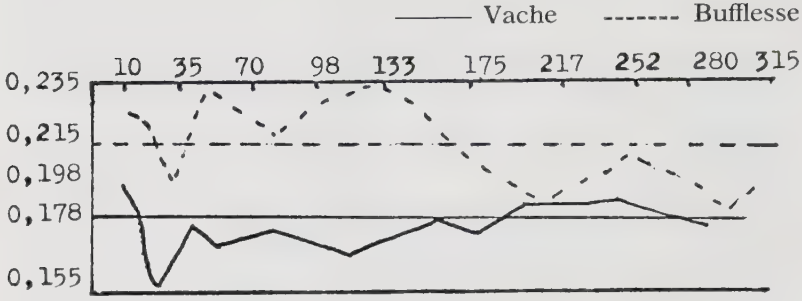
Azote non protéique.

L'azote non protéique représente une fraction extrêmement hétérogène et variable du lait, constituée essentiellement d'acides aminés libres, d'urée, de créatinine, etc.

L'azote non protéique représente de 0,200 à 0,231 p. 100 du lait de Bufflesse, contre 0,161 à 0,195 p. 100 du lait de vache (Gosh). Toutefois ce taux est très variable en fonction de la saison et en fonction de la période de lactation ; jusqu'au cinquième mois il augmenterait régulièrement, puis diminuerait régulièrement jusqu'au 8e mois avant de croître à nouveau (Abd El Salam).

Les acides aminés libres augmentent en nombre et en quantité au cours du stockage du lait à la température ambiante, passant de 12-14 acides aminés juste après la traite à 15-17 après stockage du lait à 15-16 °C (Prodanski).

Les protéines du lait de Bufflesse et particulièrement la caséine diffèrent, dans leur nature et dans leurs propriétés physico-chimiques, des fractions correspondantes du lait de vache, ce qui permet de comprendre les difficultés rencontrées dans la préparation de produits laitiers avec du lait de Bufflesse.



Azote non protéique

GLUCIDES

Lactose

Les glucides dans le lait de Bufflesse come dans le lait de vache sont surtout présents sous forme de lactose.

Le lactose est un Diholoside de synthèse obtenu par isomérisation du glucose sanguin en galactose, polymérisation de ce galactose avec le glucose. Il est dosé habituellement par la méthode de Bertrand.

La teneur du lait de Bufflesse en lactose est de 4,80 p. 100 (Grigorov) ; elle varie en fonction de la saison, du stade de lactation, présentant une valeur maximum en février-mars et au 3e mois de lactation.

	Lactose (en p. 100)	Mois de lactation (en p. 100)	
Janvier	4,60	I	4,769
Février	4,77	II	4,710
Mars	4,75	III	4,902
Avril	4,62	IV	4,849
Mai	5,02	V	4,805
Juin	5,00	VI	4,750
Juillet	4,90	VII	4,789
Août	5,05		
Septembre	4,62		
Octobre	4,64		
Novembre	4,75		
Décembre	4,70		
Matin	4,84		
Soir	4,74		

On constate que si le taux de lactose peut présenter de larges variations d'individu à individu (de 4,11 à 5,99 p. 100, Abd El Salam), une variation brutale chez la Bufflesse comme chez la vache ne peut résulter que du développement d'un processus pathologique ou d'une traite imparfaite. Le taux de lactose dans le lait de Bufflesse est constant sur une brève période et généralement supérieur à celui du lait de vache. De plus, il existe une corrélation négative entre les valeurs de lactose et de chlore dans le lait de Bufflesse (loi du balancement de Porcher) (Barakat, Shahab, Naguib, Abd El Salam).

Le lactose, par l'équilibre entre les deux formes α et β, constaté par les propriétés mutarotatoires de ce sucre en observation polarimétrique, présente des caractères de solubilité et de cristallisation ayant un grand intérêt dans la fabrication du lait concentré sucré. Le lactose étant plus abondant dans le lait de Bufflesse que dans le lait de vache, il est plus délicat de conduire le processus de sursaturation appropriée du lactose lors de la concentration avant de provoquer la cristallisation en micro-cristaux.

Le lactose est sensible à la chaleur avec formation de mélanoïdines (composés brunâtres) au-delà de 150 °C. Il est susceptible de fermentations sous l'influence des bactéries lactiques. La fermentation peut, quand elle est poussée plus loin, transformer l'acide lactique soit en acide propionique (fabrication de fromage à pâte cuite) soit en acide butyrique, provoquant le gonflement des fromages.

Autres sucres

La présence de sucres - phosphate a été mise en évidence par Ganguli :

Fructose - 6 - Phosphate
— - 1 - —
Pentose — Phosphate

MATIÈRES MINÉRALES ET MATIÈRES SALINES

Minéraux

Les matières minérales obtenues par incinération du lait renseignent sur la teneur globale du lait en ses constituants, sans

tenir compte de la forme combinée sous laquelle ils sont présents dans le lait.

Les valeurs suivantes sont indiquées par Naplatarov, Praphulla, Grigorov, et El Rafey :

Minéraux	*p. 100*	*µg*	*Traces*
—	—		I
Ca	0,185		Mn
P	0,137		Mo
Na	0,043		Pb
K	0,091		Zn
Fe	0,0019		Sr
Cl	0,055		Ba
Mg	0,013		Se
Cu		21,2	Al

Par comparaison avec le lait de vache, on constate que le lait de Bufflesse contient légèrement plus de matières minérales.

La composition en matières minérales du lait de Bufflesse varie notamment en fonction de la race, de la saison, du stade de lactation.

Le tableau ci-dessous envisage les variations en fonction des deux derniers facteurs :

	Minéraux totaux	Ca	P	Na	K	Cl	Fe
Janvier	0,7291	0,2071	0,1333	0,047	0,104	0,052	0,0015
Février	0,6918	0,1799	0,1311	0,049	0,117	0,054	0,0018
Mars	0,7366	0,1964	0,1299	0,047	0,077	0,055	0,0019
Avril	0,6719	0,2021	0,1327	0,043	0,076	0,058	0,0020
Mai	0,8190	0,2056	0,1431	0,045	0,124	0,077	0,0017
Juin	0,7661	0,1849	0,1220	0,047	0,115	0,066	0,0020
Juillet	0,7326	0,1385	0,1406	0,044	0,107	0,052	0,0019
Août	0,7327	0,1642	0,1555	0,037	0,096	0,055	0,0018
Septembre ..	0,7532	0,1992	0,1358	0,046	0,087	0,052	0,0016
Octobre	0,7984	0,1435	0,1619			0,054	
Novembre ..	0,6972	0,1821	0,1375	0,041	0,084	0,052	0,0017
Décembre ...	0,7185	0,1828	0,1350	0,045	0,126	0,055	0,0019
Traite matin.	0,1956	0,1297	0,0413	0,090	0,055	0,0555	0,0019
Traite soir ..	0,1799	0,1428	0,0447	0,095	0,054	0,0546	0,0018

Mois de lactation

	Minéraux p. 100	CaO p. 100	P p. 100	Chlorure mg/l
I.....	0,858	0,262	0,124	832,1
II.....	0,784	0,262	0,098	754,7
III.....	0,822	0,279	0,103	668,4
IV.....	0,756	0,306	0,090	615,5
V.....	0,804	0,256	0,105	750,2
VI.....	0,828	0,313	0,125	866,3
VII.....	0,793	0,297	0,112	750,2
Moyenne :	0,807	0,276	0,106	734,3

Matières salines

Cette fraction du lait représente la forme combinée active des éléments minéraux intégrés dans des corps à petites molécules, dialysables, en solution vraie dans la phase aqueuse du lait.

Il est impossible de déterminer avec précision la composition saline d'un lait mais seulement de reconnaître par analyse chimique des anions et des cations.

Les matières salines assurent la stabilité des phases lipidiques et protidiques du lait, et des variations insignifiantes dans la composition des sels du lait peuvent exercer des effets tout à fait disproportionnés.

Ganguli constate qu'il y a moins de sels ionisés dans le lait de Bufflesse que dans le lait de vache, et que le lait de Bufflesse contient davantage de calcium et de phosphore sous la forme colloïdale.

Citrates

Les citrates sont caractéristiques de la sécrétion lactée ; ils jouent un rôle important dans la stabilité de la micelle colloïdale. Ils sont présents sous la forme tripotassique, tricalcique, trimagnésienne.

Le taux global des citrates dans le lait de Bufflesse (El Négoury) varie de :

0,612 à 0,267 p. 100 dans les laits individuels et
0,168 à 0,258 p. 100 dans les laits de mélange.

Tandis que cet auteur évalue à 0,148 - 0,200 p. 100 le taux de citrates dans le lait de vache. Généralement on admet que le lait de Bufflesse contient davantage de citrates que le lait de vache en dépit d'une instabilité souvent plus grande du lait de Bufflesse.

La forme soluble représente en moyenne 114 mg pour 100 g de lait, c'est-à-dire la plus grande fraction.

Chez la Bufflesse, le taux de citrates est plus élevé au début et à la fin de la lactation ; il n'est pas influencé par la pasteurisation par contre il est réduit par l'ébullition et avec le développement de l'acidité.

Chlorures

Le taux de chlorures (NaCl et KCl) du lait, étroitement lié au taux de lactose, caractérise l'activité de filtration de la mamelle. Le dosage des chlorures s'effectue avec précision par la méthode de Charpentier-Volhard.

La valeur moyenne du taux de chlorures du lait de Bufflesse a été estimée entre 71 et 74 mg/100 g de lait par Abd El Salam. De nombreux auteurs donnent des valeurs extrêmement variables, entre 43 et 104 mg/100 g pour les laits individuels (Asker, Ragab, Praphulla, Grigorov, Singh), ce qui s'explique par la relation étroite entre l'état général de la femelle laitière et la teneur en chlorures du lait.

Le lait de Bufflesse présente un taux moyen de chlorures significativement plus bas que le lait de vache. De plus la race, l'âge, la saison, le stade de lactation influent sur la richesse en chlorures du lait de Bufflesse. En hiver elle est supérieure à la valeur mesurée en été (Ragab) ; au cours de la lactation, le taux de chlorures passe de 65,15 mg/100 g au début, à 55,12 mg/100 g au 3^{e} mois de la lactation pour remonter progressivement vers une valeur maximale de 82-85 mg/100 g à la fin de la lactation (Asker).

Calcium

Le calcium est présent dans le lait sous une forme ionisée, soluble, et sous une forme colloïdale. L'équilibre entre les deux formes conditionne la stabilité du lait.

La fraction ionisable se présente sous la forme de citrate tricalcique et de phosphates bicalciques et tricalciques.

Les valeurs de la teneur en calcium et ses variations figurent dans le tableau général des minéraux.

Certaines difficultés technologiques dans le traitement des laits de Bufflesse tiennent à la proportion moins grande de calcium soluble dans ce lait que dans le lait de vache (Ganguli). Toutefois le rapport Ca/P = 1,7 semble être le même chez la Bufflesse et chez la vache vivant dans les mêmes conditions (Ganguli).

Autre constituant Mineur : *Gaz carbonique.*

La teneur en gaz carbonique du lait de Bufflesse a été déterminée par Paolis et Intriéri par traitement du lait avec l'acide tartrique à 20 p. 100.

Valeur moyenne (corrigée à 0 °C et 760 mm Hg) :
Immédiatement après la traite : 91 ± 10 ml de CO_2/l.
Après 8 h de stockage : 52 ± 3 ml de CO_2/l.
Le transport du lait hâte la perte en gaz carbonique.

VITAMINES

Le lait de Bufflesse présente par rapport au lait de vache une particularité majeure en ce qui concerne la teneur en vitamine A, facteur essentiel dans la croissance, l'entretien et le fonctionnement de l'organisme.

Vitamines liposolubles

Vitamine A. ou Rétinol, ou facteur Antixérophtalmique.

La vitamine A, issue de la scission de la molécule de carotène, est présente en quantité importante dans la matière grasse du lait de Bufflesse : en moyenne 0,354 mg/l (Grigorov), tandis que le carotène est présent seulement à l'état de traces (0,038 mg). Cette présence discrète du carotène explique la couleur blanc-bleuté caractéristique du lait de Bufflesse. Ceci permet de le distinguer du lait de vache qui contient, au contraire, une forte teneur en carotène, responsable de la teinte jaune de ce lait, et relativement peu de vitamine A.

La Bufflesse, à l'inverse de la vache, est en mesure d'assimiler et de scinder les molécules de carotène présentes dans son alimentation et particulièrement dans les fourrages verts.

L'absence de carotène a été utilisée pour différencier les laits de vache des laits de Bufflesse par l'appréciation du spectre d'absorption, dans le visible et l'ultraviolet, d'extrait éthéré de lait (Roy), méthode plus précise que l'appréciation de la couleur et plus rapide que l'estimation du carotène par extraction directe.

Le spectre présente une absorption maximale pour les valeurs suivantes :

Lait de mélange Bufflesse et vache :
322 - 335 - 455 - 480 nm.

Lait de Bufflesse :
333 - 345 nm.

De plus le spectre d'absorption du lait de vache présente un minimum à 380 nm, valeur qui se trouve déplacée vers une plus grande longueur d'onde si le lait de vache est additionné de lait de Bufflesse.

Les teneurs respectives en vitamine A et en carotène du lait de Bufflesse varient en fonction de la saison (Grigorov).

	Vitamine A (mg/l)	Carotène (mg/l)
Janvier	0,330	0,018
Février	0,255	0,033
Mars	0,213	0,034
Avril	0,185	0,037
Mai	0,551	0,064
Juin	0,698	0,034
Juillet	0,433	0,051
Août	0,446	0,073
Septembre	0,295	0,036
Octobre	0,292	0,028
Novembre	0,345	0,034
Décembre	0,260	0.017

On observe que la teneur en carotène varie dans le même sens que la teneur en Vitamine A. Elle est maximale en mai-juin ce qui correspond à une alimentation en pâture, c'est-à-dire à une absorption massive du carotène contenu dans les fourrages verts.

L'influence de la ration alimentaire sur la teneur en carotène a été très étudiée.

Selon Bach, chez des animaux entretenus avec une ration pauvre en carotène, on voit la teneur en vitamine A diminuer progressivement pour atteindre après trois mois de régime carencé 0,234 mg/l.

Inversement, Sampath a montré que si on supplémente la ration quotidienne avec 1,0 et 1,4 million U.I. de vitamine A, l'augmentation consécutive de la teneur en vitamine A dans la matière grasse du lait est de 210 et 270 U.I./g respectivement.

Enfin la teneur du lait en vitamine A varie en fonction de la lactation ; le maximum est observé vers la 8e semaine, puis elle diminue rapidement avec l'avance de la lactation.

Vitamine D.

La vitamine D du lait de Bufflesse n'a pas, à notre connaissance, fait l'objet d'étude particulière.

Vitamine E ou Tocophérol.

La victime E joue un rôle anti-oxydant. La teneur en Tocophérol du lait de Bufflesse a été estimée à 1,97 mg/l (El Rafey),

soit légèrement supérieure à celle observée chez les vaches élevées dans les mêmes conditions (1,84 mg/l).

A la suite de l'administration de 8 mg de thyroxine quotidiennement, Chanda observe une diminution du taux de tocophérol dans le lait alors qu'il augmentait dans le sang.

VITAMINES HYDROSOLUBLES

Acide Ascorbique (ou Vitamine C).

Le taux moyen d'acide ascorbique du lait de Bufflesse dosé par le N-Bromosuccinamide, est évalué à 13,505 mg/l par Grigorov, valeur nettement inférieure à celle exprimée par Jordanov (entre 11,8 et 28,1 mg/l) et Wahab (entre 19,5 et 39,5).

Le taux d'acide ascorbique varie en fonction de la saison, il est maximum en avril-mai et minimum en février (Grigorov).

La teneur en acide ascorbique diminue lors du stockage ; elle tombe de 18,8 à 16,6 mg/l après 48 h d'entreposage du lait à 1-3 °C (Jordanov). De plus la vitamine C est très sensible aux traitements thermiques et à l'oxydation.

Complexe vitaminique du groupe B (valeurs données par El Rafey).

	Bufflesse mg/l	Vache mg/l
B 1, Aneurine	0,50	0,40
B 2, Riboflavine	1,07	1,49
PP, Acide Nicotinique	1,71	0,90
Acide Pantothénique	1,50	3,00
B 6, Pyridoxine	3,25	0,70
B 12, Cobalamine	0,004	0,006
Acide Folique	5,51	
H, Biotine	0,13	0,004

Il n'existe pas de variations de la teneur en vitamines du groupe B en fonction de la lactation (Zahariev).

ENZYMES

En dépit de leur importance, les enzymes présentes dans le lait de Bufflesse n'ont pas reçu, actuellement, l'attention qu'elles mériteraient.

Les enzymes du lait catalysent les réactions de dégradation

des constituants du lait, et de ce fait jouent un grand rôle dans la conservation ou la transformation du lait. Généralement sensibles à la chaleur, les enzymes peuvent constituer la base de tests permettant d'apprécier les laits traités par la chaleur.

Hydrolases

Les glucidases ou carbohydrases (anhydrase et lactase) du lait de Bufflesse sont très mal connues.

Les estérases : elles hydrolysent les esters d'acides gras.

Lipases

Les enzymes lipasiques, surtout d'origine bactérienne, hydrolysent les glycérides en faisant apparaître du glycérol et des acides gras libres. Ces derniers, dosés par la méthode de Harper (El Hagarawy et Sirry), montrent l'activité des lipases dans le lait de Bufflesse soumis à diverses conditions de stockage et de traitement par la chaleur.

Traitement du lait.

Traitement du lait	Acidité titrable p. 100
Lait frais	0,143
Lait à la température ambiante pendant 5 h ...	0,286
Lait à la température ambiante pendant 10 h ...	0,561

Le chauffage du lait à 65° pendant trente minutes diminue l'activité lipasique dans la proportion de 5 à 1.

Généralement, l'auto-oxydation de la matière grasse du lait de Bufflesse est plus lente que l'auto-oxydation du lait de vache. Toutefois, El Hagarawy pense que cette différence serait due davantage à la forte teneur du lait de Bufflesse en acide ascorbique (anti-oxydant) qu'à une activité lipasique moindre.

Phosphatase alcaline

La phosphatase alcaline dégrade les phosphoaminolipides et libère la choline de la lécithine. Son importance est considérable depuis qu'elle est devenue, pour les laits de Bufflesse, un critère pour mesurer l'efficacité de la pasteurisation du lait et des produits laitiers.

Sharma et Ganguli ont étudié les propriétés de cette enzyme en utilisant l'ultracentrifugation, le traitement au butanol, le fractionnement par le sulfate d'ammonium et la filtration sur gel Séphadex.

Le lait de Bufflesse a une activité phosphatasique inférieure d'un tiers à celle du lait de vache. De plus, toutes les fractions provenant du lait de Bufflesse (lait écrémé, crème, lactosérum-présure) ont une activité phosphatasique plus faible que les fractions correspondantes du lait de vache.

La valeur Km pour le p-nitrophényl-phosphate est de $6{,}6\ 10^{-4}$ M pour les phosphates alcalins du lait de Bufflesse (Ganguli).

Les propriétés de la phosphatase alcaline des laits de vache et de Bufflesse semblent être identiques : inactivation par la chaleur, réactivation partielle (0,5 à 2 p. 100) dans le lait, après chauffage à 90 °C pendant 5 à 10 s, par la présence d'ions Ca^{++}, Mn^{++}, et Mg^{++}. L'activité de l'enzyme est également stimulée par la caséine micellaire, la crème, le lait dyalisé, la caséine K, la protéose-peptone et la β-Lactoglobuline.

Sur la base de la sensibilité de la phosphatase alcaline à la chaleur, on a mis au point un test permettant de détecter la présence de 0,25 p. 100 de lait cru dans un lait de Bufflesse pasteurisé.

Desmolases

Réductases.

Xanthine déhydrase.

Cette enzyme transforme la xanthine en acide urique. Sa relative résistance à la chaleur dans les laits de Bufflesse a été mise en évidence par Krishna, la pasteurisation suivant les procédés industriels indiens n'inhibe pas la xanthine déhydrase des laits de Bufflesse.

Réductase directe.

Cette enzyme d'origine bactérienne réduit directement le bleu de méthylène, permettant ainsi l'appréciation de la qualité bactériologique du lait. Il semble que le lait de Bufflesse ait un temps de réduction du bleu de méthylène légèrement inférieur à celui du lait de vache récolté et traité dans les mêmes conditions.

Temps de réduction du bleu de méthylène (unité = 1/2 h) :

	Lors du contrôle	Stockage au froid	Distribution
Vache	13,92	13,36	6,88
Bufflesse	13,52	13,32	5,24

Le test de une heure, à la résazurine, plus rapide, semble

n'avoir pas la préférence des auteurs indiens pour l'appréciation de la qualité bactériologique du lait de Bufflesse.

Oxydases.

Peroxydase.

Cette enzyme décompose l'eau oxygénée en libérant de l'oxygène atomique. Le lait de Bufflesse est plus riche que le lait de vache en péroxydase (El Hagarawy). De plus la stabilité à la chaleur serait plus grande dans le lait de Bufflesse (Jankoff). Enfin l'activité enzymatique du lait de Bufflesse ne varie pas avec l'avance de la lactation ; d'autre part elle est identique dans le lait du matin et le lait du soir.

BACTÉRIES DU LAIT

Généralités - Importance

La production du lait de Bufflesse intéresse des pays généralement défavorisés par des conditions climatiques pénibles et par une infrastructure technique modeste. Ces facteurs rendent difficiles la bonne conservation et la transformation du lait de Bufflesse.

L'importance d'études sur la microbiologie de ce lait est double : hygiénique pour améliorer l'hygiène de la production des laits de Bufflesse par une meilleure connaissance qualitative et quantitative des espèces microbiennes, et technologique pour effectuer le traitement et assurer la conservation du lait et des produits dérivés dans des conditions meilleures.

Nous envisagerons d'abord la flore microbienne du lait de Bufflesse dans son ensemble, puis les différentes espèces rencontrées habituellement et leurs incidences principales au niveau de la conservation et de la transformation ; enfin nous étudierons les possibilités de contamination des laits de Bufflesse par des germes pathogènes.

Appréciation de la qualité bactériologique du lait. — Elle se fait couramment par le test de réduction du bleu de méthylène. Les laits de Bufflesse prélevés aseptiquement réduisent le bleu de méthylène en 4 h 1/2 en été, 6 h en hiver et 4 h pendant la mousson (valeurs moyennes).

L'épreuve de réduction de une heure de la résazurine donne les valeurs moyennes de 4,5 - 4,5 ; et 4,0 respectivement en été, en hiver et pendant la mousson (Mallesapa et Anantharamial).

Abd El Malek a fait une étude comparative de la numération totale de la flore des laits de Bufflesse et des laits de vache prélevés aseptiquement. La valeur moyenne était de 283 000 bactéries

par ml pour le lait de vache et de 576 000 bactéries par ml pour le lait de Bufflesse. Il observe que les micro-organismes présents dans la mamelle ne survivaient pas à la pasteurisation.

Une notion assez communément admise veut que le lait de Bufflesse contiendrait une substance : la lacténine, qui exercerait une action inhibitrice vis-à-vis de la croissance des bactéries du lait. Cette action serait plus marquée dans le lait de Bufflesse que dans le lait de vache. Des travaux très récents de Patel, concernant plus spécifiquement la croissance de *Streptococcus thermophilus,* semblent confirmer cette idée. Ces germes, en effet, seraient inhibés par la présence de lacténine dans le lait frais, l'inhibition serait effective pendant deux heures, au bout desquelles la multiplication de ces germes devient importante, soit parce qu'il y aurait une adaptation du *Streptococcus thermophilus* à la lacténine, soit parce qu'il y aurait destruction de celle-ci.

Malgré tout la présence de lacténine reste hypothétique ; Mallesapa et ses collaborateurs, étudiant l'augmentation de la flore totale du lait de Bufflesse pendant 24 heures, n'ont pas conclu à l'existence d'une substance inhibitrice de la multiplication des germes.

Espèces bactériennes du lait

Les espèces bactériennes rencontrées dans le lait de Bufflesse peuvent être classées, comme pour le lait de vache, en ferments lactiques. Entérobactéries, Pseudomonadaceae, Micrococcaceae, Bacillaceae.

Ferments lactiques.

Il s'agit de germes Gram+, producteurs d'acide lactique, catalase— et microaérophiles (ou anaérobies facultatifs).

La famille des *Lactobacteriaceae* comprend deux tribus : les *Streptococceae* et les *Lactobacilleae.*

Streptococceae.

Les Streptocoques lactiques, constituent 3 p. 100 de l'ensemble de la microflore présente dans le lait de Bufflesse.

Les diverses souches produisent une acidification modérée, favorable à la coagulation de la caséine. Elles se différencient en homofermentaires et hétérofermentaires, en fonction de la quantité de produits annexes qu'elles font apparaître.

— *Streptococcus lactis.* — Ce germe a été isolé dans les laits de Bufflesse. De forme ovoïde, il est détruit à la température de pasteurisation.

— *Streptococcus thermophilus.* — Il résiste aux températures

de pasteurisation basse. Sa croissance, selon Patel, serait inhibée dans le lait frais par la présence de lacténine. En fait, le temps de latence observé dans les études pourrait, à notre sens, s'expliquer parce que ce germe exige des facteurs de croissance provenant de l'hydrolyse de la caséine, et libérés grâce aux lactobacilleae qui ont attaqué la caséine.

— *Streptococcus thermophilus.* — Ils jouent un grand rôle dans la fabrication des fromages à pâte cuite, préparés à partir des laits de Bufflesse.

— *Streptococcus liquefaciens* (isolé par Mallesapa).

— *Streptococcus faecalis.* — Ce germe présente une activité protéolytique élevée provoquant la dénaturation des protides en peptones ce qui confère une saveur amère aux produits laitiers contaminés par ce germe.

N.B. — Les germes hétérofermentaires du lait de Bufflesse n'ont pas fait l'objet de publications à ce jour.

Lactobacilleae.

Ils représentent 3 p. 100 de l'ensemble de la flore microbienne du lait de Bufflesse. Leur importance est considérable dans la fabrication des laits fermentés, la production industrielle d'acide lactique et la maturation des fromages. Sambandan et Nambudripad ont chiffré le nombre des Lactobacilles présents dans le lait cru, en utilisant le milieu Rogosa-acétate.

Provenance du lait	Nombre moyen de lactobacilles à 30 °C	Nombre moyen de lactobacilles à 37 °C
Vache :		
Lait de ferme	469/100 ml	745/100 ml
Lait de village	346/100 ml	560/100 ml
Bufflesse :		
Lait de ferme	288/100 ml	429/100 ml
Lait de village	386/100 ml	745/100 ml

On peut remarquer que ces valeurs données pour les Lactobacilles sont très basses, et que la différence entre les espèces n'est pas importante.

Les lactobacilles ont une activité protéolytique marquée à l'égard de la caséine ; ils produisent une acidification plus lente, mais plus poussée, que les *Streptococceae.*

a) *Lactobacilles thermophiles.*

Lactobacillus lactis : le germe présente 58 p. 100 du total des

Lactobacilleae isolées à partir du lait cru de Bufflesse (Sambandan) ; il résiste à la pasteurisation basse.

Lactobacillus acidophilus : ce germe représente 6,6 p. 100 des lactobacilleae.

b) *Lactobacilles mésophiles.*

Ces germes se développant entre 35 et 37 °C ont été isolés du lait de Bufflesse.

Lactobacillus caséi, ce germe représente 25 p. 100 des *lactobacilleae* il est utilisé dans l'affinage de certains fromages.

Lactobacillus plantarum (isolé par Mallesapa).

Enterobacteriaceae.

Les Entérobactéries du lait sont des germes Gram— hôtes habituels du tube digestif.

Ils comprennent notamment les Coliformes du lait et sont les témoins d'une contamination fécale. Les Coliformes représentent 24 p. 100 de la flore bactérienne des laits de Bufflesse. Le germe dominant : *Escherichia coli,* est à l'origine de fermentations gazeuses ayant de graves conséquences en fromagerie.

Un autre germe : *Aerobacter aerogenes,* présent de manière habituelle dans les laits de Bufflesse, confère certaines saveurs désagréables aux produits laitiers.

Pseudomonadacceae.

Les *Pseudomonadaceae* sont des micro-organismes Gram—, Aérobies, présents à la fois dans le milieu extérieur et dans le tube digestif de la femelle laitière.

Mallesapa a isolé à partir du lait de Bufflesse : *Pseudomonas pseudomalle, Ps. mephitica, Ps. riboflavina, Ps. rugosa* et *Ps. nigrifaciens.*

Les *Pseudomonadaceae* représentent, au total, 18 p. 100 de la flore microbienne du lait de Bufflesse pour Mallesapa. En raison de leur caractère psychrophile et de leurs propriétés de protéolyse, de lipolyse et de production de pigments, les *Pseudomonadaceae* peuvent induire de graves accidents dans la conservation et la transformation du lait.

Micrococcaceae.

Les microcoques d'origine mammaire ou provenant du milieu extérieur constituent, pour Mallesapa, la flore dominante du lait de Bufflesse.

Ces germes psycrophiles et lipolytiques, ont une croissance rapide pendant les six premières heures suivant la traite. Les microcoques sécrètent une enzyme de type présure et coagulent la caséine ; à ce titre, ils interviennent dans la conservation des laits et dans la fabrication des fromages.

Ils constituent, en moyenne 22 p. 100 de la flore du lait de Bufflesse. On rencontre le plus souvent : *Micrococcus candidus, M. luteus, M. conglomeratus, M. roseus, M. auriantacus, M. Caseolycitus* à nette activité pigmentogène. On peut signaler l'intervention d'autres espèces également pigmentogène : *Sarcina flava, Staphylococcus epidermidis, Staphylococcus aureus.*

Bacillaceae.

Les *Bacillaceae* sont des germes Gram+, d'origine variable, extrinsèque ou intrinsèque. Dans cette famille, les germes sporulés aérobies représentent en moyenne 28 p. 100 de la flore totale (Mallesappa). Cet auteur a notamment identifié : *Bacillus megatherium* et *Bacillus subtilis.* Ces germes sont thermorésistants et sont doués d'une grande activité enzymatique, ils peuvent être à l'origine de fermentations particulières, butyriques et putrides, pouvant altérer gravement le lait et les produits dérivés.

Caractères et propriétés de l'ensemble du groupe des bactéries phychrophiles du lait

Le nombre de bactéries psychrophiles dans le lait de Buffflesse, par comparaison avec le lait de vache, a été étudié en détail par Jayashankar. Les principaux résultats sont reportés dans le tableau suivant :

Log. du nombre de bactéries/ml

Type de lait	7 °C/7 jours moyenne	20 °C/3 jours moyenne	37 °C/2 jours moyenne
Vache (lait cru)	3,4686	5,0945	5,5200
Bufflesse (lait cru).....	3,7804	5,2520	5,6918
Lait de mélange (Vache+Bufflesse)	2,4952	4,8574	5,4707
Vache (lait pasteurisé).....	2,1257	3,9066	4,8781
Bufflesse + Vache (lait pasteurisé).	1,4552	2,2474	4,7954
Bufflesse (lait pasteurisé)	2,1787	3,9301	4,8346
Lait de village (cru).....	5,1725	6,4686	6,7716
Lait de village (pasteurisé)	2,9448	4,3904	4,9567
Lait prélevé aseptiquement (cru)..	1,4341	2,6681	2,9556

Il apparaît que le lait de Bufflesse ne diffère pas sensiblement du lait de vache par le nombre total de germes psychrophiles et par leur croissance durant le stockage du lait sous des conditions variées. Cependant Thomas estime que l'activité protéolytique de la flore bactérienne est légèrement moindre dans le lait de Bufflesse que dans le lait de vache. Par contre, le taux de production d'acide est plus élevé dans le lait de Bufflesse. Les principales bactéries psychrophiles et leurs propriétés figurent dans les tableaux I et II.

CHANGEMENTS PRODUITS DANS LE LAIT MAINTENU A 5° ET 25° C

Groupe	Changements dans le lait maintenu à 5 °C				Changements dans le lait maintenu à 25 °C			
	24 h.	48 h.	120 h.	168 h.	24 h.	48 h.	120 h.	168 h.
Pseudomonas ...	—	—	+	+	—	—	++	++
Achromobacter ..	—	—	A	A P	—	A	A	A P
Alkaligènes	—	—		A P O	—	—	A O	APO
Flavobacterium ..	—	—	±	+	—	±	+	+P
Coliforme	—	±	+R	+R C	—	++	++C	++CR
Micrococcus	—	—	±	+C P	—	±	+P	++P
Lactobacillus	—	—	+	++	—	++C	++C	++CR
Bacillus	—	±	C P	C P	—	+C	+C	+C P
Chromobacterium	—	—	—	±	—	+	+P	+P

— = Pas de changement.
R = Réduction
\+ = Légère acidification
P = Protéolyse
++ = Plus acide
O Viscosité
A Alcalin
C Coagulation

Tableau II

VARIATIONS DU NOMBRE DE GERMES PSYCHROPHILES EN FONCTION DE LA SAISON

On observe un accroissement significatif de la flore du lait

de Bufflesse pendant la mousson (Inde). Les variations sont indiquées dans le tableau :

	Eté		Hiver		Mousson	
	Nombre en milliers	Flore totale (en p. 100)	N	%	N	%
Psychrophiles	5,7		3,5		11,9	
Microbactéries	0,8		0,3		2,7	
Microcoques	28,3	41,1	15,8	28,3	58,4	33,7
Acidifiants	4,7	6,9	8,7	16,4	19,2	12,9
Coliformes	2,9	2,9	0,95	1,9	2,6	1,7
Mésophiles sporulés.	3,9	5,7	7,3	13,2	13,2	8,7
Protéolytiques	18,9	27,5	12,3	22,9	26,9	17,9

Micro-organismes pathogènes.

Le lait de Bufflesse, comme le lait de vache, est susceptible d'héberger des micro-organismes pathogènes tels que : le bacille tuberculeux, des Brucella, des Salmonella, des Shigella, etc.

Le fait est d'autant plus important à noter que le lait de Bufflesse est produit et commercialisé dans des zones où la surveillance sanitaire, les mesures prophylactiques et les précautions hygiéniques présentent de graves lacunes.

Pour illustrer toute l'importance de ce problème on mentionnera que 4 p. 100 des laits commercialisés en Egypte renferment *Mycobacterium tuberculosis*. En Inde, bien que l'on reconnaisse aux Ovins un rôle primordial dans la transmission de la Brucellose à l'homme, le lait de Bufflesse se trouve assez fréquemment contaminés par les Brucella ; lors de contrôles systématiques Malthur note : à Madras, 7 échantillons positifs au Ring test sur 110 contrôlés ; à Delhi, 5 positifs sur 405, et pour l'ensemble des villages du Penjab 1,7 p. 100 des laits sont contaminés. De plus cet auteur relève la présence de *Brucella melitensis* dans du lait de Bufflesse pasteurisé à Karnal. Enfin notons que lors du contrôle de 205 laits de mélange en Inde, Singh isole dans plusieurs échantillons des Salmonella (*Salmonella paratyphi A* et *Salmonella newport*) et des Shigella (notamment *Shigella flexeneri*).

TABLEAU I

CARACTERES PHYSIOLOGIQUES ET BIOCHIMIQUES DES BACTERIES PSYCHOPHILES

Groupe	Morphologie	Aspect culture sur gélose	Production de pigment	Réaction du lait tournesolé	Température de culture 7° C	20 °C	37 °C	45 °C	Résistance chaleur 63 °C/30 mn	Réduction des nitrites	Production indole	Fermentation des sucres Lactose	Dextrose	Sucrose	Maltose	Hydrolyse des graisses	p. 100
Pseudomonas	Grèle, court ou long, bâtonnets, Gram⁻, mobiles.	Transparent ou blanc, diffuse et étalé.	Verdâtre ou bleuâtre.	Pas de changement, légère acidification (10 j.). couleur bleuâtre.	+	+	±	—	—	±	—	+	+	—	—	+	23,0
Achromobacter	Bâtonnets courts, Gram⁻ mobiles.	Limoneux.	Blanc ou jaune.	Pas de changement ou légère acidité.	+	+	±	—	—	±	—	±	+	—	—	+	18,0
Alkaligenes	Bâtonnets grêles et courts, Gram⁻, mobiles.	Limoneux, visqueux.	Blanc ou jaune.	Pas de variation, alcaline après 5 j.	+	+	±	—	—	+	—	+	±	—	+	±	12,0
Flavobacterium	Bâtonnets courts, petits.	Limoneux, smooth, brillant.	Blanc ou orange.	Légèrement acide après 5 j.	+	+	—	—	—	±	—	±	+	—	+	±	14,0
Coliformes.	Bâtonnets minces, petits. Gram⁻.	Brillant, smooth.	Blanc ou incolore.	Acid., réduction, mauvaise odeur.	+	+	+	±	—	±	+	+	±	—	+	+	7,0
Micrococques	Cocci, Gram+.	Brillant.	Jaune, orange, blanc.	Coagulation acide.	+	+	+	±	—	+	—	+	±	±	±	—	8,5
Chromobacterium	Bâtonnets isolés Gram⁻, immobiles.	Surface brillante.	Violet, orange.	Anneau violet.	+	+	±	—	—	+	—	+	—	—	+	—	2,5
Microbacterium	Bâtonnets grêles.	Transparent.	Blanc, jaune.	Coagulation acide.	±	+	±	—	—	—	—	+	+	—	+	—	2,5
Lactobacillus	Bâtonnets.	Peu proéminent.	Incolore.	Réduction, acide, coagulation.	±	+	±	—	—	—	—	+	+	+	+	—	4,0
Bacillus	Bâtonnets, sporulation possible, Gram+.	Brillant et étalé.	Blanc ou incolore.	Caillé, doux, acide.	±	+	±	—	— + spores seulement	+	—	+	+	+	+	—	8,0

Réactions : + Positive.
± Douteuse.
— Négative.

CHAPITRE IV

CONSERVATION ET TRANSFORMATION DU LAIT DE BUFFLESSE

ASPECT TECHNIQUE

Le lait de Bufflesse diffère notablement du lait de vache dans sa composition et aussi dans la nature chimique de ses constituants. Malheureusement l'industrie laitière est mal adaptée à ce produit. Trop souvent on a transposé les méthodes de conservation et les techniques de transformation du lait de vache au lait de Bufflesse. L'équipement moderne étant adapté aux caractères spécifiques du lait de vache, de sérieux inconvénients sont apparus lorsqu'on s'est proposé de traiter le lait de Bufflesse par les techniques habituelles sans correction et adaptation préalables.

C'est pourquoi on a longtemps pensé que le lait de Bufflesse se prêtait mal aux techniques de transformation et de conservation. Actuellement de nombreuses études et expérimentations ont permis de mieux connaître les propriétés du lait de Bufflesse, et d'obtenir des produits satisfaisants et variés, en tenant compte des particularités spécifiques de cette denrée.

CONSERVATION DES LAITS DE BUFFLESSE PASTEURISÉS

L'incidence des traitements thermiques sur les laits de Bufflesse a été envisagé lors de l'étude de sa composition. On sait que l'ébullition du lait est encore couramment pratiquée dans les milieux traditionnels avant sa consommation. Cette pratique est déplorable, à cause des modifications physico-chimiques qu'elle entraîne, même s'il en résulte un assainissement, souvent éphémère, de la denrée.

Pasteuriser le lait consiste, selon Porcher, « à détruire en lui, par l'emploi convenable de la chaleur, la presque totalité de sa flore bactérienne, la totalité de sa flore pathogène quand elle existe, tout en s'efforçant de ne toucher qu'au minimum à la structure physique du lait, à ses équilibres chimiques, ainsi qu'à ses éléments biochimiques : les diastases et vitamines ».

Les méthodes de pasteurisation du lait de Bufflesse ne dif-

fèrent pas de celles du lait de vache. Toutefois il faut noter que la pasteurisation industrielle des laits de Bufflesse se fait presque exclusivement suivant la méthode H.T.S.T. (ou pasteurisation haute) en chauffant le lait à 72 °C pendant 15 secondes suivant des modalités techniques variables (biorisation, stassanisation), non spécifiques du traitement des laits de Bufflesse.

Nous étudierons la qualité de conservation du lait pasteurisé et son altération au cours du stockage au froid ou à des températures variables.

Le tableau ci-dessous montre les qualités du lait pasteurisé de vache et de Bufflesse dans les conditions tropicales (les laits présentaient une activité phosphatasique nulle aussitôt après la pasteurisation).

	Lait pasteurisé exposé à 22 °C	Lait pasteurisé exposé 5 heures au froid (5 °C), puis entreposé à 22 °C	Lait pasteurisé exposé 5 heures au froid (5 °C), puis à 37 °C pendant 6 heures et, enfin, entreposé à 22 °C
Durée de conservation en heures			
Lait de Vache	35,76	35,28	21,12
Lait de Bufflesse..	28,36	27,84	15,24
Temps de réduction du bleu de méthylène en demi-heures (valeur moyenne pendant la conservation) :			
Lait de Vache	13,92	13,36	5,88
Lait de Bufflesse..	13,52	13,32	5,24
Numération Bactéries (Log/ml) (valeur moyenne pendant la conservation) :			
Lait de Vache	3,701	3,697	4,881
Lait de Bufflesse..	3,755	3,818	4,845
Numération des Coliformes (valeur moyenne pendant la conservation) :			
Lait de Vache	0,248	0,251	0,250
Lait de Bufflesse..	0,204	0,208	2,962
Acidité titrable au moment de la coagulation du lait à l'ébullition (pourcentage moyen) :			
Lait de Vache	0,248	0,251	0,250
Lait de Bufflesse..	0,204	0,208	0,209

Il apparaît que le lait de Bufflesse pasteurisé a une durée de conservation moindre que le lait de vache. D'autre part, le fait de soumettre le lait à une bonne température de conservation (5 °C) au niveau de l'établissement de pasteurisation n'améliore en rien la conservation des laits ultérieurement commercialisés dans des conditions de températures très défavorables.

De plus il n'existe pas de différence entre les laits de vache et de Bufflesse dans le temps de réduction au bleu de méthylène et quant à la numération bactérienne ; par contre on observe pour les laits de Bufflesse, une valeur moyenne d'acidité titrable nettement plus basse lors de la coagulation du lait à l'ébullition (20 °D contre 25 °D chez la vache).

Lors du stockage du lait pasteurisé dans de bonnes conditions (à 5 °C) pendant 96 h l'activité phosphatasique apparaît plus importante dans le lait de Bufflesse (5 à 28 unités) que dans le lait de vache (4,5 à 12,5 unités) (Madam).

Si le lait de Bufflesse reste, à certains égards, de conservation plus délicate que le lait de vache, la différence n'est pas significative et les problèmes posés aux pays producteurs de lait de Bufflesse ne tiennent pas à l'espèce laitière mais à l'abondance de la flore thermorésistante présente dans les laits tropicaux et à l'impossibilité pratique de mettre en place une chaîne de froid continue. C'est pourquoi la méthode de pasteurisation H.T.S.T. semble insuffisante à de nombreux auteurs qui préconisent, pour les laits tropicaux, un traitement thermique plus rigoureux : soit la pasteurisation à très haute température, soit la stérilisation.

UTILISATION DE L'EAU OXYGÉNÉE DANS LA CONSERVATION DES LAITS DE BUFFLESSE

A côté de la pasteurisation, on a tenté de définir des méthodes de préservation des laits de Bufflesse à la fois simples et généralisables immédiatement. C'est pourquoi de nombreuses études ont été conduites afin de trouver un produit capable de préserver les qualités d'un lait non réfrigéré et produit sous des conditions climatiques tropicales. Le produit idéal ne doit pas altérer ou modifier les propriétés du lait, il doit en outre être bon marché et ne présenter aucune toxicité pour le consommateur.

L'eau oxygénée remplissant en partie ces conditions, les nombreux travaux préalables à une éventuelle utilisation du peroxyde d'oxygène comme préservatif a permis aux experts de la F.A.O. de conclure que l'usage de ce produit peut seulement être toléré

dans des conditions exceptionnelles, c'est-à-dire en pays chaud, techniquement sous-développé.

Le peroxyde d'oxygène détruit 90 p. 100 de la vitamine C du lait et augmente considérablement le temps de caillage au cours de la préparation de fromage, cet inconvénient pouvant d'ailleurs être limité si on chauffe le lait avant l'ensemencement. L'eau oxygénée est détruite à la température de pasteurisation ou à la suite d'une exposition prolongée à l'air ; sa destruction est accélérée par l'addition d'une petite quantité de catalase.

Selon Karun, Anderson et Haque, la préservation du lait est assurée par 60 ml d'eau oxygénée à 100-130 volumes pour 90 litres de lait. Cette concentration peut être légèrement augmentée pendant les mois les plus chauds. L'addition de quantités supérieures donne au lait une saveur amère désagréable.

Il semble que si l'usage de préservatifs tels que l'eau oxygénée dans la conservation du lait de Bufflesse présente des inconvénients certains, qui doivent le faire proscrire dans les pays techniquement développés, son utilisation peut être considérée comme un mal nécessaire pour la majorité des états producteurs de lait de Bufflesse s'ils sont en mesure d'instituer un contrôle très rigoureux de l'utilisation de ces substances dans le lait.

LAIT EN POUDRE

La fabrication du lait en poudre, à partir du lait de Bufflesse, a été conçue exclusivement pour entrer dans la préparation d'aliments pour nourrissons. A cet effet, il convient de rendre ce lait digestible par un réajustement de sa composition et la réduction de la tension du caillé.

Chandrasekhara a défini un processus de fabrication du lait de Bufflesse en poudre à partir du procédé Hatmaker.

Le lait est pasteurisé à 85 °C, standardisé à 2,5 p. 100 de matière grasse, additionné de vitamines et de sucrose puis homogénéisé à 1 000 t/mn, soumis à un préchauffage à 60 °C et enfin desséché par les cylindres chauffants.

Le produit obtenu a la composition suivante (en p. 100) :

Protéines	Glucides	M. G.	Cendres	Humidité	Ca	P
23,3	55,7	14	4,7	2,4	1,1	1,1

La conservation après emballage est de 10 mois à 37 °C.

Récemment, Hofi et Hamed ont étudié les qualités du lait de Bufflesse desséché par le froid (lait entier et lait écrémé). Ces

auteurs ont conclu que les qualités des laits secs de Bufflesse se conservaient moins bien que celles des laits secs de vache, sous des conditions de stockage identiques.

On notait surtout : une altération de l'arôme et du goût, une augmentation du taux d'humidité (de 1 à 4 p. 100) indépendamment de la température de stockage, une perte de solubilité, une diminution de la valeur du pH et une augmentation considérable de l'acidité titrable durant le stockage.

LAIT CONCENTRÉ SUCRÉ

Afin de réduire les importations de produits laitiers, les chercheurs indiens ont beaucoup étudié la possibilité d'utiliser le lait de Bufflesse dans la fabrication de lait entier concentré sucré.

Dans les premières fabrications on avait observé une gélification rapide du produit au cours du stockage, le changement de viscosité survenant quelle que soit la température.

Ce fait a conduit à revoir les conditions de préparation du produit.

Le lait de Bufflesse, standardisé, est modifié en ramenant le rapport :

$$\frac{\text{Matière grasse}}{\text{Extrait sec dégraissé}} \text{ à } \frac{1}{2{,}444}$$

et en compensant le déséquilibre minéral par addition de 0,02 à 0,3 p. 100 de citrate trisodique. Toutes les autres conditions de fabrication sont voisines de celles utilisées pour le lait de vache. Le lait est chauffé à 115-116 °C avant la concentration ; après cette opération le lait est ensemencé avec du lactose en poudre fine et maintenu à 28-29 °C pendant trois heures.

Le produit concentré final a une teneur en matière sèche totale de 75,0 à 76,0 p. 100 et une teneur en sucre de 43,5 à 44,0 p. 100 (Srinivasan). La durée de conservation du lait concentré sucré ainsi préparé est de un an à 5-8 °C et 34 semaines aux températures ambiantes (8 à 40 °C sous les conditions tropicales). Elle n'est que de 25 semaines à une température constante de 37 °C ; en effet dans ce cas on observe une augmentation régulière de la viscosité, tandis que lors du stockage aux températures ambiantes, le produit présente, alternativement, des montées et des chutes de viscosité caractéristiques.

TONED-MILK ET DOUBLE TONED-MILK

Le Toned-Milk et le Double Toned-Milk sont des produits préparés en mélangeant du lait reconstitué à partir de la poudre de lait écrémé, avec du lait frais de Bufflesse, de manière à obtenir un produit contenant : 3 p. 100 de matière grasse et 9 p. 100 d'extrait sec dégraissé dans le cas du Toned-Milk ; 1,5 p. 100 de matière grasse et 10 p. 100 d'extrait sec dégraissé dans le cas du Double Toned-Milk. L'intérêt de ces produits préparés en Inde est d'augmenter la quantité du lait disponible sur le marché.

Ces laits sont proposés à un prix de vente bas (Toned-Milk) ou même distribués gratuitement aux couches défavorisées de la société (Double Toned-Milk).

La technique de fabrication est simple et ne nécessite qu'un appareillage limité. Pour obtenir 4 550 litres de Toned-Milk, on introduit dans la cuve de mélange 2 545 litres d'eau sévèrement contrôlée du point de vue chimique et bactériologique et on ajoute graduellement, en 8 minutes, 234 kg de poudre de lait écrémé ; enfin on incorpore 1 818 litres de lait de Bufflesse entier que l'on brasse mécaniquement pendant 2 minutes.

Le Toned-Milk est alors filtré, pasteurisé et mis en bouteille.

La production de Double Toned-Milk, s'adressant à des populations carencées en protéines animales, on a choisi d'abaisser encore la teneur en matière grasse (1,5 p. 100) et d'augmenter la teneur en protéines (10 p. 100). La préparation de ce produit s'effectue suivant un procédé similaire à celui du Toned-Milk, mais cette fois par l'incorporation de 370 kg de poudre de lait écrémé pour 4 550 litres de produit fini.

La durée de conservation de ces produits est brève, et il est recommandé de les consommer dans les 12 heures suivant leur préparation (Khurody).

LAIT FERMENTÉ

Le lait de Bufflesse est traditionnellement utilisé dans la fabrication du Zabady, lait fermenté Egyptien très voisin du yaourt, et dans celle du Dahi ou Sour-Milk Indien, qui peut être consommé tel quel ou constituer la première étape de la fabrication du Ghee.

Ces produits sont confectionnés le plus souvent suivant des méthodes traditionnelles, dans des conditions d'hygiène quelcon-

ques. Ils présentent une flore acidifiante moins spécifique que celle entrant dans la préparation du yaourt. En effet prédominent en général :

Dans le Zabady : *Streptococcus thermophilus ; Lactobacillus sp ; Saccharomyces fragilis.*

Dans le Dahi : *Lactobacillus bulgaricus ; Streptococcus thermophilus ; Streptococcus fœcalis ; Streptococcus lactis ; Lactobacillus casei ; Lactobacillus plantarum* (Davies).

Le lait destiné à préparer le Dahi est généralement bouilli, la flore pathogène est ainsi détruite. Mais cette pratique n'assainit que temporairement le lait car, lors de l'introduction de la culture de départ, la majorité des échantillons se trouvent à nouveau ensemencés par de nombreux Streptocoques, Staphylocoques, Coliformes, Salmonelles, etc., l'ensemble pouvant constituer une flore pathogène qui se conservera longtemps dans le produit fini.

Le Dahi, qui représente très souvent un danger pour la santé du consommateur, a notamment été rendu responsable de la transmission de la Fièvre Typhoïde.

De nombreux auteurs ont proposé des améliorations dans la confection de ces produits, surtout en ce qui concerne la qualité bactériologique, le contrôle du développement de l'acidité, le comportement des globules gras, l'influence des minéraux et des électrolytes (Parkash, Abed el Malek, Davies).

Récemment on a défini l'aptitude du lait de Bufflesse à la préparation du yaourt dans les conditions industrielles. Le lait de Bufflesse est standardisé puis réparti en échantillons de 50 litres ; il subit alors un préchauffage à 60 °C ; puis il est homogénéisé (ce qui permet d'éviter la coalescence des globules gras, moins stables chez la Bufflesse que chez la vache). Ensuite le lait est réchauffé à 80 °C puis refroidi à 45 °C. La culture de départ, constituée exclusivement de *Streptococcus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, est inoculée, puis le lait subit un brassage intense avant d'être transvasé dans des pots qui seront mis à incuber à 42 °C dans un bain-marie.

La période d'incubation est ajustée pour permettre un développement d'acidité de 0.7 p. 100, à ce point le produit est refroidi rapidement à une température inférieure à 10 °C et stocké à + 5 °C.

La production d'acide après le chauffage du lait à 80 °C est plus rapide avec le lait de Bufflesse qu'avec le lait de vache ; ce fait pourrait s'expliquer par une libération de groupes -S H plus importante.

Le yaourt ainsi préparé avec le lait de Bufflesse a une texture ferme et homogène, meilleure que celle obtenue avec le lait de

vache ; ceci tient au taux plus élevé du lait de Bufflesse en solides totaux. Toutefois, le yaourt de Bufflesse est moins parfumé que le yaourt de vache. Il n'y a pas de différence appréciable entre les deux espèces pour ce qui est de la conservation du produit. Un stockage de une semaine à 5 °C n'altère absolument pas les qualités du yaourt de Bufflesse.

Le Dahi Indien sert à préparer de nombreux produits laitiers indigènes : le Chakka est un caillé acide, obtenu à partir du Dahi par extraction du petit-lait. Il est utilisé dans la préparation de desserts populaires et de sucreries tels que le Shrickhand et la Rasagolla.

La composition moyenne du Chakka de Bufflesse est donnée par Ganguli et Jagtiani (en p. 100) :

Matière grasse	Protéines	Humidité	Cendres	Acidité
22,4	10,3	59,6	1,03	2,32

On a constaté que l'on améliorait la qualité du produit en mélangeant le lait de Bufflesse au lait de Vache (proportion 3/4 - 1/4) de manière à ramener le taux de matière grasse à 4 p. 100 et le rapport : $\frac{\text{Matière grasse}}{\text{Extrait sec dégraissé}}$ à $\frac{1}{2}$.

LAIT " ÉVAPORÉ "

Khoa. — Le Khoa est un produit obtenu par déshydratation du lait par un chauffage prolongé sur feu vif. Il est largement utilisé dans la préparation de desserts indiens par addition de sucre et d'épices variées.

Le lait de Bufflesse est préféré au lait de vache ; il présente une plus haute teneur en matière grasse et confère une meilleure texture au produit fini.

La préparation dure 15 à 20 minutes ; pour faciliter la déshydratation il convient de remuer constamment le lait, avec une fréquence de 96-100 tours/mn. Lorsqu'on arrive à la consistance pâteuse, avec un taux de concentration de 4,6 on abaisse la température jusqu'à 82 - 88 °C. Le produit est alors ferme et peut être démoulé. Sa composition est la suivante (De et Ray) :

	Matière grasse	Protides	Lactose	Cendres
Khoa au lait de Vache :	36,51	25,99	32,37	5,07
Khoa au lait de Bufflesse :	43,51	24,25	27,48	4,62

Les pertes vitaminiques (surtout du groupe B et en Acide Ascorbique) sont très importantes. Bien que la grande majorité de la microflore soit détruite durant sa préparation, le khoa commercialisé est souvent de très mauvaise qualité à cause des manipulations sans précautions d'hygiène qui suivent sa préparation.

Kheer. — Le kheer est un produit voisin du khoa. Le lait de Bufflesse est cette fois partiellement écrémé, ramené à 4 p. 100 de matière grasse avec un rapport matière grasse/extrait sec dégraissé égal à 9/22.

Le lait subit un préchauffage à 95 °C pendant 5 minutes, puis un chauffage à la température de stérilisation (114 - 117 °C) pendant un temps assez long, sans toutefois qu'il y ait coagulation.

CRÈME ET BEURRE

La crème du lait de Bufflesse est rarement consommée en nature, mais le Gaimer, un produit laitier d'Irak, est obtenu par double séparation de la crème du lait de Bufflesse. Le produit contient environ 60 p. 100 de matière grasse. Avant la consommation, le Gaimer est souvent mélangé avec du sirop de datte ou avec du miel.

Au cours de sa préparation, il est souhaitable de maintenir la fine dispersion originelle des globules gras afin de conserver une haute qualité au produit fini. Le problème posé par certains auteurs (Alsafar, Thabit, Rawi, Basil) tient au fait que le sucre entrant dans la composition du Gaimer, et le froid indispensable à sa bonne conservation, ont une influence déstabilisatrice sur la matière grasse, et particulièrement sur la crème lourde comme le montre le tableau :

	Lait à 7 p. 100 de M.G.	Crème de Bufflesse à 38 p. 100 de M.G.	Crème de Bufflesse à 60 p. 100 de M.G.
(p. 100 de) Matière grasse déstabilisée après maintien au froid...	1,25	17,25	44,15

La détermination des conditions optimales de fabrication du beurre industriel à partir du lait de Bufflesse, constitue un ensemble de travaux très importants (Akhundov, De et Malthur, Mézamétov, Godbersen).

La manufacture du beurre pasteurisé de lait de Bufflesse

nécessite une température de barattage et de malaxage plus haute que le lait de vache.

La crème doit être standardisée à 38 p. 100 de matière grasse et désacidifiée, puis elle est pasteurisée à 92° - 94 °C pendant un temps bref (Akhundov) ou à 71 °C. La maturation dure 16-18 h. Le barattage s'effectue entre 14 et 17 °C pendant 25 à 30 minutes ; le processus de formation des granules de beurre n'est pas différent de celui observé avec le lait de vache. Les grains de beurre sont lavés, salés et malaxés à 15°-16 °C. Après un contrôle, les mottes sont divisées en fractions de 0,5 kg emballées dans un parchemin végétal (suivant la réglementation en Inde) et stockées à 9,5 °C.

En U.R.S.S. on fabrique du beurre pasteurisé de crème douce à partir du lait de Bufflesse. La maturation de la crème pasteurisée n'intervient pas dans ce procédé de fabrication. La crème est pasteurisée à 92 - 94 °C et refroidie rapidement à 8 - 12 °C. Elle est aussitôt barattée à cette température pendant 1 h 30 - 2 h, puis réchauffée à 14 - 18 °C pour le malaxage. Le beurre obtenu est de haute qualité (Merzametov). Toutefois par cette technique, les pertes en matière grasse ont été estimées être de 45 p. 100 supérieures aux pertes observées lors du traitement de la crème de Bufflesse neutralisée (ou désacidifiée) (De et Malthur).

Les valeurs moyennes de la composition du beurre pasteurisé de Bufflesse figurent dans le tableau ci-dessous :

Humidité : 13,22 p. 100	Matière grasse : 85,5 p. 100
Indice R.M.W. : 22,98	E.S.D. : 1,26 p. 100
Réfractomètre . 40,9	Indices de l'Iode : 26,66 p. 100
Point de solidification : 26,1 °C	Point de fusion : 38 °C

On notera que le beurre préparé avec du lait de Bufflesse est beaucoup plus dur que le beurre préparé avec du lait de vache dans les mêmes conditions, et que les beurres fabriqués avec du lait de Bufflesse sont plus stables que ceux de vache.

GHEE

Le Ghee est un beurre fondu très consommé en Inde. Il est fabriqué presque exclusivement d'une manière artisanale, voire familiale.

Le Ghee est préparé par barattage du Dahi, qui a reposé 3 ou 4 jours. Ce produit, dans un premier temps, est chauffé à 90 °C sur feu doux puis porté progressivement à 120-130 °C sur un feu vif et maintenu ainsi 10 à 20 minutes, puis il est filtré et refroidi.

Dans la fabrication du Ghee, le lait de Bufflesse est préféré au lait de vache, notamment à cause de sa teneur élevée en matière grasse.

La composition du Ghee est extrêmement variable, car elle est fonction de l'alimentation des animaux, de la saison, et des conditions de préparation.

Kahar donne les valeurs moyennes comparées de quelques indices :

	Ghee de Bufflesse	*Ghee de Vache*
Saponification	225	130
R.M.W.	29	24

La conservation du Ghee dépend très largement de la température à laquelle il a été préparé. La meilleure conservation est obtenue avec un produit qui a été maintenu 10 à 20 mn à 120 °C puis stocké dans des récipients bouchés (bouteille de verre capsulée par exemple). Dans ces conditions, la durée de conservation est de six mois à des températures ambiantes très élevées (37 °C). Le maintien des qualités du Ghee ainsi préparé serait dû à un taux de phospholipides élevé (316 à 652 p.p.m.) agissant comme anti-oxydant (Narayaman).

Notons enfin que le pigment vert-jaune présent dans le Ghee préparé suivant la méthode indigène est très apprécié en Inde. Il est dû à l'activité de micro-organismes et sa présence rehausse le prix de vente du Ghee dans le commerce.

FROMAGES

Il y a une grande variété de fromages préparés à partir du lait de Bufflesse, mais il s'agit de fromages locaux de qualité très inégale, qui sont préparés suivant des méthodes traditionnelles.

Lorsqu'on a voulu améliorer la qualité de ces produits, et plus encore lorsqu'on a voulu faire démarrer la production de fromages universellement répandus en les préparant avec du lait de Bufflesse, on s'est heurté à des difficultés considérables. Celles-ci furent telles que l'on a longtemps tenu le lait de Bufflesse pour impropre à certaines transformations en fromagerie.

Actuellement, une meilleure connaissance des propriétés de ces laits permet d'adapter de mieux en mieux la technique fromagère à leurs particularités spécifiques.

Le fromage est une conserve de matière sèche du lait. Le diagramme de sa fabrication comprend, d'un point de vue très

général : la coagulation du lait soit par acidification lactique, soit par addition de présure ; puis l'égouttage et la déshydratation partielle du caillé par coupage, broyage, pressage, cuisson, etc., le stade ultime étant l'affinage qui est une maturation enzymatique.

Le caillé frais du lait de Bufflesse présente toujours une synérèse excessive, ce qui entraîne plusieurs conséquences : rétention insuffisante de l'humidité, pertes de matière grasse et de protéines. C'est pourquoi les fromages à pâte dure, préparés avec du lait de Bufflesse, ont une moins bonne consistance et une moins bonne texture que leurs homologues préparés, dans les mêmes conditions, avec du lait de vache. La modification du rapport caséine/matière grasse ou l'addition d'eau afin d'imiter le lait de vache, n'ont apporté que des améliorations minimes dans la qualité des fromages de Bufflesse.

L'étude du complexe phospho-para-caséinate de calcium c'est-à-dire de la substance fondamentale du fromage, a permis de suggérer des modifications plus appropriées. En effet, dans le lait de Bufflesse, ce complexe présente une teneur significativement plus élevée en calcium et en phosphate minéral ; mais le phosphate de calcium peut facilement être déplacé par l'introduction de petites quantités de chlorure de sodium. C'est pourquoi Monieb et El Gazzar ont préconisé le lavage du caillé après le découpage, et l'addition de petites quantités de NaCl pendant la cuisson des fromages à pâte dure ; la qualité des produits se trouve être très améliorée par ces modifications des méthodes de fabrication.

Ces dispositions s'appliquent, en particulier à la fabrication du Cheddar et du Gouda ; pour ce dernier Czulak recommande en outre, la standardisation du lait de Bufflesse à un rapport caséine/matière grasse = 0,67 et une dilution du lait de Bufflesse entier avec 10 à 15 p. 100 d'eau.

La cuisson du Cheddar et du Gouda doit être conduite à une température plus basse et pendant un temps moins long que pour les fromages correspondants préparés avec du lait de vache (Dastur).

D'autre part la maturation des fromages à pâte dure préparés à partir de lait de Bufflesse se fait lentement (6 mois à 8 - 10 °C) et, les produits peuvent avoir une saveur amère.

Le lait de Bufflesse sert à préparer des fromages à pâte molle. Parmi eux, le Domiati est le fromage doux le plus répandu en République Arabe Unie. Ce fromage blanc peut être consommé frais, ou après avoir mariné trois mois dans le lactosérum salé ; au cours de cette période le degré d'acidité augmente progressivement. Le Domiati de Bufflesse présente une odeur caractéristique qui semble due à un taux très élevé d'acides gras volatils.

La composition de ce fromage est donnée par Sharara (en p. 100) :

Humidité	Acidité	M.G.	Cl.	N. total	N. soluble
Domiati de Bufflesse ayant mariné dans une solution à 7 p. 100 de Na Cl :					
57,27	0,669	48,87	6,96	4,398	0,168
Domiati de Vache ayant mariné dans une solution à 10 p. 100 de Na Cl :					
59,60	0,533	43,85	12,14	3,760	0,358

Le Sulugni est un fromage à pâte molle, d'aspect cylindrique, pesant entre 0,3 et 1,1 kg. Il est préparé en Georgie à partir du lait de Bufflesse.

Le lait est standardisé à 6-7 p. 100 de matière grasse et on introduit une petite quantité de $CaCl_2$. La coagulation présure est conduite à 33-34 °C, la maturation du caillé est facilitée par son découpage en tranches fines, puis la pâte est rendue plus molle en plongeant le fromage dans l'eau à 70-75 °C. Le Sulugni est stocké à 16-17 °C. Il contient environ 50 p. 100 de matière grasse et 1-3 p. 100 de sel (Dzhobadze).

La variété des fromages préparés à partir du lait de Bufflesse est considérable. Ainsi aux Philippines le lait de Caribou, un Buffle de très petite taille, intervient dans la confection du Lagena, du Bulacan, du Meycanayan, du Cébu ; en Afghanistan on connaît le Panir ; en Egypte, le Kariesh est un fromage maigre préparé à partir de lait écrémé mécaniquement. En Italie on trouve le Mozarella, l'Edam et en Bulgarie le Tilsilt, un fromage à pâte dure, voisin du Cheddar.

Enfin il faut noter que l'on a commencé à préparer des fromages à partir d'un mélange de lait de Bufflesse (50 p. 100) et de lait de vache (50 p. 100). Akhundov et Dimitrov recommandent de pasteuriser ce lait de mélange à très haute température, pour diminuer les pertes en solides totaux lors de la synérèse du caillé. L'Edam et le Kariesh, ainsi préparés, sont d'excellente qualité.

En définitive, on peut dire que la préparation de fromages à partir du lait de Bufflesse, si diversifiée soit-elle, reste assez approximative dans ses méthodes. Une standardisation précise des processus technologiques semble s'imposer, mais elle ne sera possible que lorsque l'on disposera d'une connaissance encore plus approfondie de la composition, des propriétés, et du comportement du lait de Bufflesse vis-à-vis des mécanismes de transformation de cette denrée dans l'industrie fromagère.

CHAPITRE V

COMMERCIALISATION DU LAIT DE BUFFLESSE ET DES PRODUITS DÉRIVÉS

LAIT CRU ET LAIT PASTEURISÉ

En général le lait de Bufflesse, qu'il soit cru ou pasteurisé, doit être commercialisé très rapidement du fait de sa médiocre qualité bactériologique, des températures ambiantes élevées et de l'absence de réfrigération de la denrée. Au niveau de la distribution et de la vente du lait il est actuellement impossible d'imposer une réglementation et un contrôle très précis ; il en résulte une grande anarchie dans les circuits de commercialisation du lait de Bufflesse.

En Inde surtout, de nombreux corps professionnels se chargent de vendre le lait :

a) les producteurs urbains qui portent le lait à domicile,

b) les producteurs-vendeurs ruraux des villages voisins de la ville,

c) les Halwais qui reçoivent le lait de différentes sources et le vendent bouilli dans des récipients ouverts,

d) les marchés de gros et de détail,

e) les laiteries privées et les unions coopératives.

Certaines laiteries et coopératives de grandes villes vendent du lait pasteurisé embouteillé deux fois par jour dans des kiosques disposés le long des rues. Dans ce cas, la vente de lait n'est autorisée qu'aux consommateurs inscrits sur une liste, la distribution doit s'effectuer très rapidement car les points de vente ne disposent pas de système de réfrigération.

TONED-MILK ET DOUBLE TONED-MILK

Ces laits recombinés ont été introduits dans la vie indienne en 1945 pour le Toned-Milk et en 1958 pour le Double Toned-Milk. A cette époque, le lait de Bufflesse était vendu environ 1,30 F le litre (26 cents) et il s'agissait de le rendre moins inaccessible à la population dont le revenu moyen annuel n'excède pas 400 francs. Le produit initial, c'est-à-dire le Toned-Milk à 3 p. 100 de matière grasse, a pu être vendu au prix de 60 centimes le litre. Le progrès était important et cependant ce prix était encore trop élevé pour les couches les plus pauvres de la société dont le revenu annuel par habitant est de l'ordre de 30 dollars (environ 170 francs). C'est pour leur venir en aide, ainsi qu'aux enfants en âge de scolarité, que la construction d'une usine préparant le Double Toned-Milk, à 1,5 p. 100 de matière grasse fut financée par l'UNICEF (Khurody). Grâce à une subvention de l'Etat (9 centimes par litre), ce produit peut être commercialisé au prix de 31 centimes le litre ; il est même distribué gratuitement, chaque jour, aux enfants des écoles de Bombay.

Actuellement l'entreprise « Bombay milk projects » met en vente quotidiennement 160 000 litres de Toned-Milk. 150 000 litres de lait de Bufflesse à 7 p. 100 de matière grasse, et 60 000 litres de Double Toned-Milk. Les trois produits sont distribués dans le même point de vente, les deux premiers dans des bouteilles différenciables par la couleur des capsules, de manière que l'acheteur, même illettré, puisse identifier le lait qui lui est proposé. Le Double Toned-Milk est versé, après pasteurisation, dans des bidons de 40 litres et détaillé sur place, afin de réduire le prix de revient.

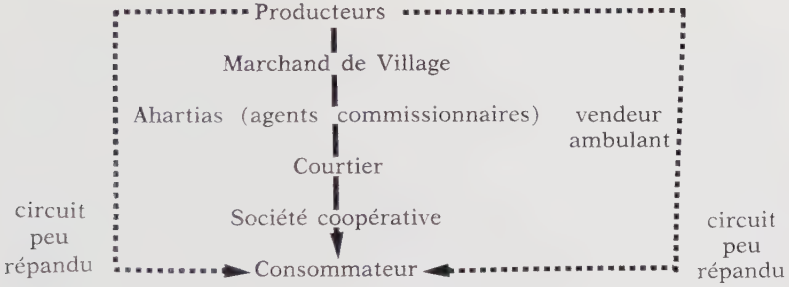
Aujourd'hui plusieurs pays du Moyen-Orient, producteurs de lait de Bufflesse, commencent à préparer des laits recombinés. Certains reprochent à ces productions de subordonner l'économie laitière du pays à l'importation de poudre de lait écrémé, mais cet inconvénient nous semble mineur en comparaison de l'intérêt du Toned-Milk et du Double Toned-Milk. Ces produits ne représentent-ils pas la seule source de protéines animales pour une fraction importante du peuple indien ?

GHEE

La fabrication du Ghee en Inde, au Pakistan et en Egypte absorbe 50 p. 100 de la production du lait de Bufflesse. La seule

production indienne est estimée à 750 000 tonnes par an (Khurody). Sans doute la transformation du lait en Ghee permet-elle de sauver une partie d'une production laitière très irrégulière, qui ne pourrait pas être absorbée sur le marché au moment de la saison favorable mais, si l'on considère le prix des matières grasses d'origine végétale, on doit admettre que la fabrication du Ghee représente un gaspillage d'une denrée de première importance, d'autant plus qu'une grande incohérence prévaut dans les circuits de commercialisation du Ghee.

Comme pour le lait, il n'existe pas de système de vente organisé et les trois quarts de la production du Ghee empruntent un circuit commercial compliqué :



En pratique, tous les intermédiaires qui jouent un rôle dans la collecte, s'occupent de la distribution du Ghee. Il n'y a pas de marché régulier, les prix varient d'un marché à l'autre et parfois sur le même marché. Le producteur de Ghee est généralement payé par le marchand de village ou par le vendeur ambulant qui, à leur tour, sont payés par le grossiste.

Le Ghee de village n'est qu'un produit à demi-fini. En règle générale, son affinage a lieu dans des établissements sommairement équipés, traitant deux à trois tonnes de produit par jour ; il s'agit d'un simple chauffage du Ghee sur un feu vif. Aucun contrôle de température n'a lieu, les résidus non gras ne sont pas récupérés et le produit fini n'est pas éprouvé.

Parce que le Ghee est fait dans de mauvaises conditions, parce qu'il subit beaucoup trop de manipulations et parce qu'il s'agit d'un produit cher (7 000 francs la tonne, c'est-à-dire 25 fois le prix du lait), on a tenté d'améliorer sa qualité.

« L'Agricultural Produce Grading and Marketing » a créé un label permettant au produit commercialisé sous « Agmark » d'être vendu de 2 à 5 p. 100 plus cher que le Ghee courant. Ces mesures, associées à la mécanisation des centres de traitement, ont permis d'améliorer la qualité du Ghee commercialisé.

CONCLUSION

De l'ensemble de notre présentation, il apparaît que le lait de Bufflesse est une denrée très riche en presque tous les éléments majeurs et mineurs du lait, et que la Bufflesse femelle laitière possède des aptitudes très intéressantes, peut-être supérieures à celles des races bovines non sélectionnées et soumises à des conditions de milieu identiques. Malheureusement l'espèce Bubaline n'a jamais bénéficié de conditions écologiques favorables à l'expression de son potentiel génétique ; elle a été soumise à des conditions d'exploitation qui constituent, en elles-mêmes, une sorte de « contre-sélection » dont résultera, à notre sens, la condamnation de l'espèce pour la production de lait.

En effet, si l'avenir des Bubalins nous semble sombre, c'est d'une part parce qu'il est plus facile de modifier des races bovines et de les adapter à un milieu donné, que de reprendre pour le Buffle asiatique, tous les principes de sélection appliqués au Bœuf occidental depuis plus d'un siècle et, d'autre part, parce que le caractère spécifique dominant du lait de Bufflesse, un taux élevé de matière grasse, est un élément dont il convient de se désintéresser de plus en plus.

En définitive, si on peut regretter l'abandon progressif d'une espèce laitière remarquable, il faut admettre que les impératifs économiques des pays producteurs de lait de Bufflesse ne laissent pas la possibilité de choisir, en toute sérénité, entre la vache et la Bufflesse.

Vu : le Professeur
de l'Ecole Vétérinaire :
Rapporteur

LABIE

Vu : le Directeur
de l'Ecole Vétérinaire :

R. FLORIO

Vu : le Président de Thèse :

MONNIER

Vu et permis d'imprimer,

Toulouse, le 16 septembre 1971

Le Président de l'Université Paul-Sabatier,

L. LARENG

BIBLIOGRAPHIE

1. ABD EL-SALAM (M.H.). — The Heat Stability of Buffaloes' Milk in Relation to its Composition. (*Indian J. of Dairy Sc.*, 1965, **18** (Sept.) 109-111).

2. ABD EL-SALAM (M.H.) et EL SHIBINY (S.). — Rennet Coagulation of Buffaloes' Milk in Relation to its Composition. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1966, **19** (June) 63-65).

3. ABD EL-SALAM (M.H.). — Ethanol Coagulation of Buffaloes' Milk in Relation to its Composition. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1966, **19** (June) 73-75).

4. ABD EL SALAM (M.H.) et EL SHIBINY (S.). — The Chemical Composition of Buffaloes' Milk. — Part I. General Composition. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1966, **19** (Sept.) 151-154).

5. ABD EL-SALAM (M.H.) et EL SHIBINY (S.). — The Chemical Composition of Buffaloes' Milk. — Part II. Effect of Lactation Period. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1966 **19** (Sept.) 155-158).

6. ABD EL-SALAM (M.H.). — The Chemical Composition of Buffaloes' Milk. — Part III. Copper, Iron and Zinc Contents of Buffaloes' Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1968, **21** (3) 168-170).

7. AGABEILI (A.A.) et AKHUNDOV (D.M.). — Production and Utilization of Buffaloes' Milk. (*Zhivotnovodsto, Mosk.*, 1961, **23** (9) 25-27).

8. AGARWAL (M.L.), SHINIVASAN, DUDANI (A.T.). — Studies on the Bacterial Phosphatase in Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1967, **20** (3) 113-117).

9. AITHAL (H.N.) et SIRSI (M.). — Effect of Curdling (by Microbes) on the Vit. Biz Activity of Cow and Buffalo Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1964, **17** (3) 102-104).

10. AKHUNDOV (B.). — Chemical Composition of Milk of Azerbaijon Buffaloes. (*Sots. sel'. Khoz. Azerb.*, 1958 (8) 19-21).

11. AKHUNDOV (B). — Some Data on Buaffaloes' Milk. (*Moloch. Prom.*, 1959, **20** (8) 35-36).

12. AKHUNDOV (D.M.). — Ways of Rationally Utilizing Buffalo's Milk in Cheese-Making. (*Int. Dairy Congress*, 1959).

13. AKHUNDOV (D.M.) et MAMEDOV (F.A.). — Composition and Physical Properties of Butter and Butterfat from Buffaloes' Milk. (*Sborn. Dokl. vses. Konf. po molochn. Delu posvyashch. 100-letiyo so Dnya Rozhd.*, 1961, 325-31).

14. AKHUNDOV (D.M.) et MAMEDOV (F.A.). — Method for Making Butter from Buffaloes' Milk and from Mixture with Cow Milk. (*Dokl. Nauchno-tekhn. Konf. Zakavkazsk Respublik moloch. Prom. Erevan.*, 1961, 209-214).

15. AKHUNDOV (K.R.). — The Influence of Age on the Content and Properties of Buffaloes' Milk. (*Trudy - Azerb. nauchno - issled Vet. inst.*, 1966, **20**, 238-39).

16. AKHUNDOV (K.R.). — Changes in the Composition of Buffaloes' Milk Depending on Season and Calving Period. (*Trudy - Azerb. nauchno-issled Vet. inst.*, 1966, **20**, 240-244).

17. ALBONICO (F.), MINCIONE (B.), CASILLO (R.). — Buffaloes' Milk. — Part III. Fatty Acid Composition of the Fat. (Produz. anim., 1968, **7** (4) 269-90).

18. ALBONICO (F.), MINCIONE (B.), ESPOSITO (A.M.). — Buffaloes' Milk. — Part IV. Glucide Composition of the Casein. (*Produz. anim.*, 1968, **7** (4) 291-96).

19. ALBONICO (F.), MINCIONE (B.), ADDECO (F.). — Buffaloes' Milk : Variations in Composition, during Lactation of Milk Produced without Change in Feeding. (*Industrie Agric.*, 1969, **7** (5) 210-219).

20. ALBONICO (F.), CASILLO (R.), MINCIONE (B.). — Buffaloes' Milk : Variation in Fatty Acid Composition during Lactation. (*Industr. Agric.*, 1969, **7** (9-10) 377-384).

21. ALIEV (M.G.). — Change in the Secretion of Butterfat and Protein in the Course of Lactation in Female Buffaloes. (*Izv. Akad. Nauk azerb. SSR [ser. biol. i med. Nauk.]*, 1961, (10) 127-137).

22. ALIEV (M.H.). — Le lait résiduel et son rôle dans la formation des laits de Bufflesses. (*Int. Dairy Congress*, Munich (Germany) 1966).

23. ALSAFAR (T.) et RAWI (B.A.). — The Effect of Freezing and Agitation on the Stability of Fat in Buffalo Milk and Cream. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1970, **23** (1) 56-59).

24. AMBLE (V.N.) et JACOB (T.). — Estimations of Standards for Chemical Quality of Market Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1960, **13** (April) 83-96),

25. AMBROSINO (C.), LIBERATORI (J.), UBERTALLE (A.). — Milk Serum Proteins. — Part V. Immuno-Electrophoresis in Agar - Gel of Sera of Cows', Ewes' and Buffaloes' Milk. (*Ric. Sc.*, 1963, **11** - *B* **3** (1) 54-60).

26. AMBROSINO (C.), UBERTALLE (A.), LIBERATORI (J.). — Milk Serum Proteins. — Part VI. Immuno-Chemical Behaviour of Cow', Ewe', Goats' and Buffaloes' Milk and Serum in Agar-Gel Micro-Immuno Diffusion. (*Ric. Sc.*, 1965 **11** - B**6** (2) 125-134).

27. ASCHAFFENBURG (R.), et PAOLIS (P.). — Differentiation of Buffaloes' Milk from Cows' Milk by Electrophoresis of the Proteins. (*Arch. Vet. Ital.*, 1962, **13** (6) 543-46).

28. ASCHAFFENBURG (R.), Sen (A.), THOMPSON (M.P.). — The Caseins of Bufalo Milk. (Comp. Biochem. Physiol., 1968, **27** (2) 621-623).

29. ASKER (A.A.), RAGAB (M.T.), KARNAL (T.H.). — Effect of Ingestion Thyroprotein on the Composition of Egyptian Buffalo Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1954, **7** (1) 36-37).

30. ASKER (A.A.), RAGAB (M.T.), KAMAL (T.H.). — Effect of Stage of Lactation on the Composition of Buffalo Milk and the Correlation between Milk Constituents. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1957, **10** (4) 204).

31. ASKER (A.A.), BEDEIR (L.H.), EL-ITRIBY (A.A.). — Genetic Improvement in Milk Yield in Egyptian Buffaloes. (*J. Anim. Prod. V.A.R.*, 1967, **6** (1) 1-7).

32. BABAEV (Y.Y.) et AKHUNDOV (K.R.). — Determination of Animo N.-Acid in Milk. (*Trudy Azerb. naunchno-issled Vet. Inst.*, 1966, **20**, 245-46).

33. BABAEV (Y.Y.), MAMEDOWA (D.A.), MAMEDOV (D.M.). — Composition of Essential Amino Acid Contents of Buffaloes and Cows' Milk Proteins. (*Sb. Fiziol Obmena Veshebestv i Lakratsii Produktion Biuvolits Baku A.N. Azeb. SSR*, 1968, 72-74).

34. BALBA (M.K.), EL NEGOURNY (A.M.), MOHAMMED (M.S.). — Phosphorus and Citric Acid Contents of Egyptian Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1958, **11** (3) 125-131)

35. BALBA (M.K.) et coll. — The Balance of Salts in Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1963, **16** (4) 174-180).

36. BARAKAT (M.Z.), SHEHAB (S.K.), NAGUIB (N.). — Lactose Chloride Ratio of Different Milk. (*Zeptbl. Vet. Med.*, 1969, A.**16** (7) 651-58).

37. BERGE (S.). — Protein/Fat in Milk from Diferent Species of Domestic Animals. (*Acto. Agric. Scand.*, 1963, **13** (2) 220-26).

38. BONIAN (T.S.). — Riboflavine Contents of Buffaloes' Milk Only. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1956, **9** (3) 131-134).

39. BRICKEMANN (S.). — Problèmes du Filled Milk. (*Industrie Laitière*, 1962, **189**, 151-155).

40. CASTALDO (M.C.). — The Buffalo and its Typical Product : « La Mozzarella ». (*Riv. Zootec. Milano*, 1960, **33** (7-8) 203-208).

41. CERRUTI (G.). — Buffaloes' Milk in Sicily. — Part I. Fatty Acids and β-Carotene. (*Latte*, 1966, **40** (11) 804-806).

42. CERRUTI (G.), MACCARONE (A.), JAFORTE (A.). — Composition of Milk of Different Species in E. Sicily. (*Latte*, 1966, **40** (12) 877-880).

43. CHANDAN (R.C.), et DASTUR (N.N.). — Surface Tension of Milk of Indian Cows and Buffaloes. (*Int. Dairy Congr.*, 1959).

44. CHANDRASE KHARA (M.R.) et coll. — Utilization of Buffalo's Milk for the Production of Infant Food. (*Int. Dairy Congr.*, 1959).

45. CHAUDRY (M.Z.) et QURESHI (M.J.). — Influence of Season and Stage Lactation on Butterfat Contents in Buffalo Milk. (*W. Pakist. J. Agric. Res.*, 1968 (2) 107-114).

46. COCKRILL (W.R.). — Le Buffle, phénomène physiologique. (*Span.*, 1966, **9** (2) 75-77).

47. COCKRILL (W.R.). — Meat and Milk Production from the Domestic Buffalo : Bubolus and Bubalis. (*World Rev. Anim. Prod.*, 1967, **3** (13) 98-107).

48. COCKRILL (W.R.). — The Water Buffalo. (*Scient. Ann.*, 1967, **217** (6) 118-25).

49. COCKRILL (W.R.). — Le Buffle domestique : animal laitier et animal à viande. (*Colloque élev. Bovin,* Paris (France) 1-3 mars, 1967).

50. CONTINI (V.) et DAMIANO (N.). — Panthotenic Acid Content of Buffalo Milk. (*Acta Med. Vet.*, 1959, **5**, 471-79).

51. DANG VU CANH. — Rôle du Buffle dans le monde et particulièrement dans l'Economie Indochinoise. (*Thèse Vét.*, Alfort. 1943, n° 25).

52. DASTUR (N.N.). — Buffaloes' Milk and Milk Products. (*Dairy Sc. Abstr.*, 1956, **18** (12) 967-1008).

53. DASTUR (N.N.) et RAO (M.B.). — Hydrogen-ion Concentration and Buffer Value of Milk of Indian Cows and Buffaloes. (*Int. Dairy Congr.*, 1956).

54. DE (S.) et RAY (S.C.). — Recherches sur la méthode indigène de fabrication du Khoa. — 2e Partie. Effets des caractères des animaux laitiers sur la production et conservation du Khoa. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1953, **6** (1) 47-60).

55. DE (S.) et MATHUR (B.N.). — Some Investigations on the Churning Efficiency of Indian Creams. (*J. Dairy Sc.*, 1968, **20** (12) 351-354).

56. DIHARAMAJAN (C.S.) et coll. — Composition du lait aux Indes. Point de congélation, Lactose, Chlorures, Acidité du lait parvenant d'animaux de différentes races. (*Indian J. Vet. Res. An. Husb.*, 1950 **20**, 35-46).

57. DILANYAN (Z. Kh.) et AGABABYAN (A.A.). — Investigation on Proteins of Buffalo's and Ewe's Milk. (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

58. DILANYAN (Z. Kh.) et AGABABYAN (A.A.). — Electrophoretic Studies of Milk Proteins of Different Animals. (Vestn. Sel' Skokhoz. Nauki, 1963, **8** (6) 133-37).

59. DIMOV (N.) et MINEVA (P.). — Effect of Some Factors on the Syneresis of Fresh Curd and Losses of Solids in the Whey in the Processing of Cows', Ewes' and Buffaloes' Milk. (*Nauchn. Trud. Vissh Selskostop. Inst. « G. Dimitrov »* (Zooteckh. Fak), 1963, **12**, 93-111).

60. DUSSORT (I). — Rapport de mission en Inde en vue d'achat de Buffles et de leur importation à Madagascar. (*Insp. gen. d'Elev.*, 1956 (4-X), 1957 (18-II).

61. DZHOBADZE (K.). — Sulugni Cheese from Buffaloes' Milk. (*Moloch. Prom.*, 1964, **25** (9) 11-12).

62. EL HAGARAWY (I.S.). — Certain Factors Affecting Peroxidase Activity in Egyptian Cow and Buffalo Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1959, **12**, (1) 43-49).

63. EL HAGARAWY (I.S.) et RAKSHY (S.E.S.E.). — Effect of the Temperature on the Creaming of Buffalo Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1959, **12** (3-4) 117-120).

64. EL HAGARAWY (I.S.) et SIRRY (I.). — Factors Affecting Lipase Activity in Buffalo Milk. (Alex. J. Agric. Res., 1967, **15** (1) 1-7).

65. EL HAGARAWY (I.S.). — Application of Orange G. Dye Method for the Estimation of Proteins in Cow and Buffalo Milk. (*Alex. J. Agric. Res.*, 1967, **15** (1) 9-18).

66. EL HAGARAWY (I.S.). — Auto-oxidation of Fat in Buffalo Milk. — Part. I. General Survey and the Role of Copper and Ascorbic Acid. (*Alex. J. Agric. Res.*, 1967, **15** (1) 19-35).

67. EL HAGARAWY (I.S.), WAHBA (A.A.), SIRRY (I.). — The Reducing Substances in Cows and Buffaloes' Milk. (*Alex. J. Agric. Res.*, 1967, **16** (1) 197-208).

68. EL HAGARAWY (M.F.S.) et HASSAN (F.). — Electrophoretic Studies on Buffalo and Cow Milk. (*J. Egypt. Med. Ass.*, 1967, **50** (10) 547-554).

69. ELMOSSALAMI (E.). — Fluorescence of Milk and some Preservatives in Ultraviolet Light. (*Arab Vet. Med. Ass.*, 1966, **26** (1-2) 119-130).

70. EL RAFEY (M.S.). — L'hygiène du lait en Egypte. (*O.M.S. Hygiène du lait*, Genève (Suisse) (1966).

71. EL SOKKARY (A.M.) et HASSAN (J.A.). — Calcul des teneurs en substances solides non-lipidiques des laits de Vache et de Bufflesse. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1953, **6** (2) 93-95).

72. EL SOKKARY (A.M.) et ZAKI (M.K.). — Stabilité des Beurres Fondus (Samna ou Ghee) de Bufflesse, de Vache, de Brebis et de Chèvre à l'égard des dégradations par l'oxydation. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1953, **6** (4) 217-221).

73. F.A.O. — Annuaire de la Production (1968) Vol. 22.

74. FAHMI (A.H.) et EL SOKKARY (A.M.). — Utilization of Buffalo's and Cow's Milk in Egypt. (*Int Dairy Congr.*, 1959).

75. FAHMI (A.H.) — Some Experiences with Collecting and Cooling under Egyptian Conditions. (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark, 1962).

76. FARRAL (AW.). — Projet de construction, d'organisation et de fonctionnement d'Usines Laitières en Inde. (*Int. Dairy Congr., Sydney* (Australia) 1970).

77. FERRARA (B.), FRANCISCIS (G.), INTRIERI (F.). — Free Thyrosine Contents of Buffaloes' Milk (*Atti Soc. Ital. Sci. Vét.*, 1963, **17**, 300-04).

78. FIASSON (R.). — En Turquie, les conditions actuelles de l'élevage. (*Rev. Elevage*, 1966, **21** (11) 75-88).

79. FISCHER (H.). — New Findings on some Morphological and Physiological Characteristics of the Water Buffalo. (*Z. Tierzücht. Züchtbiol.*, 1958-59, **72** (1) 88-95).

80. FONTAN (R.), HERAUD (M.), HIDIROGLOU (M.). — Les laits en Guyane Française. (*Arch. Inst. Pasteur Guyane, Terr. Inini,* 1959, **19**, Publ. 456).

81. FRANCISCIS (G. de), INTRIERI (F.), MINIERI (L.). — pH of Buffaloes' Milk. (*Acta. Med. Vet.*, 1963, **9**, (6) 395-400).

82. FRANCISCIS (G. de), INTRIERI (F.), MINIERI (L.). — Correlations between Components of the Milk of Buffaloes'. (*Atti. Soc. Ital. Sci. Vet.*, 1968, **22**, 333-336).

83. FREEMAN (C.P.), JACK (E.L.), SMITH (L.M.). — Intramolecular Fatty Acid Distribution in the Milk Fat Triglycerides of several Species. (*J. Dairy Sci.*, 1965, **48**, 853-858).

84. FUSTER (M.) et MONESCILLO (C.). — Rapid Determination of Milk Proteins by the Amido Black Method. (*Infciom. Quim. Arclit.*, 1968, **22** (3) 104-106-120).

85. GANGULI (N.C.), PRABHAKARAN (R.J.U.), PAUL (T.M.). — A Comparative Study of Cow and Buffalo Milk Casein. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1962, **15** (3) 123).

86. GANGULI (N.C.), PRABHAKARAN (R.J.V.), IYA (K.K.). — Composition of the Cascins of Buffalo and Cow Milk. (*J. Dairy Sci.*, 1964, **47** (Jan.) 13-18).

87. GANGULI (N.C.) SUD (S.K.), BHALERAO (U.R.). — The N.-Terminal Amino Acid of Buffalo Milk Casein. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1964, **17** (4) 119-123).

88. GANGULI (N.C.), GUPTA (B.S.), BLALERAO (V.R.). — Effect of Storage on the Proteose-Peptone Content of Milk in Relation to other Milk Proteins. (*Int. Dairy Congr., Munich* (Germany) 1966).

89. GANGULI (N.C.) et coll. — Sialic Acid and Contents of Proteose - Peptone of Milk in Relation to other Milk Proteins. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1967, **20** (2) 96-102).

90. GARG (B.M.L.) et VERMA (I.S.). — Breakdown of Milk Fat in Cheese Ripening. (*Int. Dairy Congr. Munich* (Germany) 1966).

91. GHOSH (S.N.) et ANANTAKRISHMAN (C.P.). — Composition of Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1964, **17** (1) 17-28).

92. GHOSH (S.N.) et ANANTAKRISHMAN. — The Composition of Milk. — Part. VI. The Relationship between Milk Constituents. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1965, **18** (2) 49-53).

93. GIBOIN (L.). — Premiers aperçus sur la composition des laits de Vache et de Bufflesse à Pondichery. (Rev. Elev. et Med. Vet. Pays Trop., **4** (3) 162).

94. GIRGIS (E.S.), EL HAGARAWY (I.S.), SIRRY (I.). — The Serum Proteins in Cow and Buffalo Milk. (*Alex. J. Agric. Res.*, 1966, **13**, (2) 263-270).

95. GODBERSEN (G.W.). — Use of Buffaloes' Milk for the Manufacture of Dairy Products. (*Molkereizeitung, Hildesh.*, 1964, **18** (22) 708-710-12).

96. GRANDER (V.P.). — Report to the Government of India on the Operation of the Feed Milk of the Kaira District Cooperative Milk Producers' Union Limited. (*F.A.O., Freedom for Hunger Campaign*, Rome (Italy) 1966).

97. GRIGOROV (H.), SHALICHEV (Y.), GORANOV (N.). — Composition and Properties of Buffalo Milk. (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

98. GUPTA (P.G.) et DE (S.). — Studies on Hardness of Butter. — Part. I. Effects of Species. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1970, **23** (1) 67-69).

99. HOFI (A.A.). — Studies on the Market Raw Buffalo's Milk. — Part. I. The Ten Minutes and One Hour Resazurin Test. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1962, **15** (4) 196-200).

100. HOFI (A.A.), RIFAAT (I.D.), KHORSHID (M.A.). — Studies on some Physical and Physico-Chemical Properties of Egyptian Buffalo's and Cow's Milk. — Part I. Freezing Point. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1966, **19** (3) 113-117).

101. HOFI (A.A.), RIFAAT (I.D.), KHORSHID (M.A.). — Studies on some Physical and Physico-Chemical Properties of Egyptian Buffalo's and Cow's Milk. — Part. II. Refraction Index. (*Indian J. of Dairy Sc.*, 1966, **19** (3) 118-122).

102. HOFI (A.A.), RIFAAT (I.D.), KHORSHID (M.A.). — Studies on some Physical and Physico-Chemical Properties of Egyptian Buffalo's and Cow's Milk. — Part. III Viscosity. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1966, **19** (3) 123-25).

103. HOFI (A.A.), RIFAAT (I.D.), KHORSHID (M.A.). — Studies on some Physical and Physico-Chemical Properties of Egyptian Buffalo's and Cow's Milk. — Part IV. Oxydo-Reduction Potential. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1966, **19** (3) 126-131).

104. HOFI (A.A.), RIFAAT (I.D.), KHORSHID (M.A.). — Studies on some Physical and Physico-Chemical Properties of Egyptian Buffalo's and Cow's Milk. — Part V. Acidity and Hydrogen Ion Concentration. (Indian J. of Dairy Sc., 1966, **19** (3) 158-161).

105. HOFI (A.A.), RIFAAT (I.D.), KHORSHID (M.A.). — Studies on some Physical and Physico-Chemical Properties of Egyptian Buffalo's and Cow's Milk. — Part VI. Gross Composition. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1966, **19** (4) 195-197).

106. HOFI (A.A.), RIFAAT (I.D.), KHORSHID (M.A.). — Studies on some Physical and Physico-Chemical Properties of Egyptian Buffalo's and Cow's Milk. — Part VII. Interrelationship between Examined Properties. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1966, **19** (4) 198-201).

107. HOFI (A.A.), RAMADAN (F.M.), FODA (E.A.). — Studies on the Market Raw Buffalo's Milk. — Part II. Bacteriological Quality with Special Reference to Dye Test. (*Ann. Agric. Sci. Univ. Ahim. Shams.*, 1967, **10** (2) 125-157).

108. HOFI (A.A.), FODA (E.A.), EL SOKKARY (A.M.). — Studies on the Market Raw Buffalo's Milk. — Part III. Compositional Quality with Reference to Legislation and Payment. (*Ann. Agric. Sci. Univ. Ahim.* Shams., 1967, **10** (1) 159-175).

109. HOFI (A.A.), HAMED (M.G.E.), IBRAHIM (S.S.). — Keeping Quality of Freeze - Dried Buffaloes' and Cows' Milk. (*Z Lebensmittelunter, U. Farsch. Sch.*, 1970, **143** (3) 180-184).

110. INTRIERI (F.), MINIERI (L.), FRANCISCIS (G. de). — Some Factors Affecting the pH of Buffaloes' Milk. (*Atti. Soc. Ital. Sci. Vet.*, 1964, **18**, 492-494).

111. INTRIERI (F.), BADOLATO (F.). — Gas-Chromatographic Determination of the Fatty Acids of Buffaloes', Cows' and Ewes' Milk. (*Scienza Tec. Latt-Casear*, 1966, **17** (4) 214-219).

112. ISMAIL (A.A.) et ELNAHTA (A.). — The Variation between Buffaloes' and Cows' Milk in Kariesh Cheese Making. (*Alex. J. Agric. Res.*, 1964, **12** (2) 195-203).

113. IVANOV (P.). et ZAKHARIEV (Z.). — Breeding of Buffaloes in Bulgaria. (*Zhivotnovodstvo, Mosk.*, 1963, **25**, (6) 92-94).

114. IYA (K.K.). — The Keeping Quality of Milk Produced in Tropical Countries with Special Reference to Processing and Long Distance Transport. (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

115. IYA (K.K.). — La pratique de l'hygiène du lait en Inde. (*F.A.O., Hygiène du lait*, Genève, 1966).

116. IYENGAB (M.K.K.), NAMBUDRIPAD (V.K.N.), DUDANI (A.T.). — Effect of Heat Treatment of Buffalo and Cow Milk in the Manufacture of Yoghurt. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1967, **20** (1) 8-10).

117. JAIN (M.K), TANDON (R.N.), BHALERAO (V.R.). — Application of the Dye Building Method Using Amido Black for the Estimation of Proteins in Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1965, **18** (4) 134-136).

118. JAYASHANKAR (S.R.), DUDANI (A.T.), IYA (K.K.). — Studies on Psychrolophilic Bacteria in Milk. (*Int. Dairy Congr.*, Munich (Germany) 1966).

119. JAYASHANKAR (S.R.), DUDANI (A.T.), IYA (K.K.). — Incidence and Characterisation of Lactobocilli in Raw Milk. (*Int Dairy Congr.*, Munich (Germany) 1966).

120. JOHKE (T.), HAGEMAN (E.C.), LARSON (B.L.). — Some Immunological Relationships of α-Lactalbumin and β-Lactoglobulin in Milk of Various Species. (*J. Dairy Sci.*, 1964, **47** (Jan.) 28-37).

121. JOSHI (V.K.), GANGULI (N.C.), BHALERAO (V.R.). — Effect of Trypsin on Milk in Relation to its Proteose-Peptone Fraction. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1967, **20** (1) 41-46).

122. JOSHI (V.K.) et GANGULI (N.C.). — A Simple and Rapid Turbidimetric Method for Estimation of Proteose-Peptone, Proteose and Peptone in Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1968, **21** (1) 15-20).

123. JURMA (K.H.) et ALSAFAR (T.). — Studies on Iraq Buffalo Milk with Reference to the Effect of Month of Lactation. — Part I. Milk Yield and Butterfat Content. — Part II. Composition and some Properties. (*Trop. Agric. Trin.*, 1970, **47** (2) 171-179).

124. KAMAL (S.). — Studies on Keeping Quality of Sterilized Milk. (*Int. Dairy Congress*, 1966).

125. KARIM (S.Z.), ANDERSON (E.O.), HAQUE (K.). — The Use of Hydrogen Peroxyde as a Preservative in Milk. (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

126. KHAN (M.A.) et QURESHI (M.S.). — Effect of Season and Stage of Lactation on the Protein Content in Bufalo Milk. (*W. Pakist. J. Agric. Res.*, 1968, **6** (2) 124-133).

127. KHAN (M.A.). — Seasonal Variation in the Protein Contents of Buffalo Milk. (*W. Pakist. J. Agric. Res.*, 1968, **6** (4) 99-106).

128. KHURODY (D.N.). — Review of the Basic Problems of Production, Collection and Distribution of Milk in Warm Countries. (*Int. Dairy Congr.*, 1959).

129. KHURODY (D.N.). — Preparation and Marketing Toned-Milk and Double Toned-Milk. (*Int. Dairy Congr.*, Munich (Germany) 1966).

130. KHURODY (D.N.). — Steps Recommended for Regulation of Cattle Keeping in Urban Areas. (*In. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

131. KHURODY (D.N.). — Why « Milk Colonies » in the Tropics ? (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

132. KHURODY (D.N.). — Long Distance Transport of Milk in Cows and Tankers in Warm Countries. (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

133. KHURODY (D.N.). — Distribution of Milk form Booths in Warm Countries. (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

134. KRISHANA IYENGAR (M.K.) et LAXMINARAYANA (H.). — Effect of Pasteurisation and Cold Storage on Xanthine Oxidase Activity in Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1961, **14** (3) 130-136).

135. KUGENEV (P.V.) et MEDVEDEVA (M.N.). — Amino Acid Content of Casein from the Milk of Several Species. (*Vop. Pitan.*, 1968, **19** (2) 43-44).

136. KUGENEV (P.U.) et MEDVEDEVA (M.N.). — Amino Acid Composition of Milk Protein of Several Species of Animals. (*Vop. Pitan.*, 1960, **19** (6) 75-76).

137. KURBANOV (I.). — Buffaloes' Milk. (Mol. Myasn. Skotovod, 1961, **6** (12) 41-42).

138. KURIEN (V.). — Quelques observations sur la qualité des laits de Buffalesse reçus à la Laiterie Amul à Anand (Inde). (*Bull. Ann. Fed. Int. Laiterie*, 1961).

139. LAXMINARAYANA (H.) et DASTUR (N.N.). — Buffaloes' Milk and Milk Products Part I. (*Dairy Sc. Abstr.*, 1968, **30** (4) 177-186).

140. LAXMINARAYANA (H.) et DASTUR (N.N.). — Buffaloes' Milk and Milk Products Part II. (*Dairy Sc. Abstr.*, 1968, **30** (8) 231-241).

141. LIBERATORI (J.), AMBROSINO (C.), CAUVIN (F.). — C. Terminal Amino Acid Sequence of Buffalo β-Lactoglobuline. (*Ricerca Scientif.*, 1968, **38** (5) 493-494).

142. LIBERATORI (J.)., AMBROSINO (C.), CAUVIN (F.). — N. Terminal Amino Acids of Buffalo, Goat and Sheep β-Lactoglobuline. (*Ricerca* Scientif., 1969, **39** (7-9) 684 690).

143. MADEMOV (D.M.). — The Content of Essential Amino Acids in Milk Proteins of Healthy Buffaloes. (*Trudy Azerb. Mauchno-issled. Vet. Int.*, 1966, **20**, 235-57).

144. MAHADEVAN (P.). — L'avenir de l'industrie laitière aux Indes Occidentales. (*Trop. Sci.*, 1967, **9**, 5-12).

145. MAIR (H.) et WALDBURG (W.). — L'influence des Colonies Laitières à Aarey et Haringata. (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

146. MALIK (S.S.) et NAIR (P.G.). — Studies on Serological Detection of Cow Milk Added to Buffalos' Milk. (*Indian J. Vet. Sci.*, 1968, **37**, 207-216).

147. MALLESSAPA (V.), ANANTHARAMIAH (S.N.) ANANTAKRISHMAN (C.P.). — La microflore du lait de Bufflesse. (*Int. Dairy Congress*, Sydney (Australia) 1970).

148. MALOSSINI (F.). — Variations in Milk Yield and Composition During Lactation in Buffaloes. (*Annali Sper. Agr.*, 1964, **18** (1-2) 243-73).

149. MAMMERICTEW (M.). — Le Buffle : Monographie du Genre Bubalis. (*Bull. Agric. Congo Belge*, 1960, **51** (1) 171-202).

150. MANN (I.). — The Advantages and Disadvantages of Town Dairies and Milk Colonies. (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

151. MANN (I.). — Cooperatives Rural Dairies as Sources of Urban Milk Supplies with Special Reference to Kenya. (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

152. MASON (J.L.). — A World Dictionnary of Livestock Breeds, Types and Varieties. — Bucks, England, Commonwealth Agricultural Bureaux Farmhouse Royal.

153. MATHUR (M.P.) et BHALERAO (U.R.). — Changes in Nitrogen Fractions During Ripening of Cheddar Cheese Made Using Fistulated Cow and Buffalo Rennets. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1969, **22** (4) 270-71).

154. MAZZIOTTI DI CELSO (P.). — Composition of Mammary Secretion of the Buffalo in the First Days Post Partum. (*Annali. Fac. Agric. Bari*, 1963, **17**, 561-88).

155. MEENAKHRISUNDARAM (U.) et SUBRABANIAN (S.R.). — Resource Efficiency in Milk Enterprise. (*Aadras Agric. J.*, 1967, **54** (4) 175-80).

156. MERZAMETOV (M.M.). — Buffaloes' Milk, a Valuable Food. (*Vop. Pitan.*, 1965, **24** (4) 76-78).

157. MERZAMETOV (M.M.) et MIKAILEV (M.M.). — Manufacture of Sweet Cream Butter from Buffaloes' Milk. (*Moloch. Prom.*, 1969, **30** (11) 14-17).

158. MINIERI (L.). FRANCICCIS (G. de), INTRIERI (F.). — Relationship between pH Activity and Composition of Buffaloes' Milk. (*Acta. Med. Vet. Napoli*, 1965, **11** (1-2) 107-114).

159. MONIEB (A.) et EL GAZZAR (H.A.). — Le complexe de phospho-paracaséinate de calcium du lait de Bufflesse en rapport avec la qualité du fromage à pâte dure. (*Int. Dairy Congr.*, Sydney (Australia) 1970).

160. MORRISON (W.R.). et SMITH (L.M.). — Fatty Acide Composition of Milk Phospholids from various Species. (*J. Dairy Sc.*, 1966, **49**, 701).

161. MUNIB (A.F.). — A Rapid Platform Test for Differentiating Cow and Buffalo Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1958, **11** (1) 29-35).

162. MURTHY (M.K.R.) et NARANAYANA (K.A.). — A Method for the Estimation of Phospholipids in Milk and Milk Products. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1966, **19** (1) 45-47).

163. NABAR (A.B.), SRINIVASAN (M.R.), IYA (K.K.). — Studies on the Water Insoluble Acids of Cream and Butter from Buffalo Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1969, **22** (3) 121-127).

164. NABAR (A.B.), SRINIVASAN (M.R.), IYA (K.K.). — Studies on the Rhedogical Properties of Butter Made from Buffalo Cream. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1969, **22** (4) 237-142).

165. NAIR (P.G.) et coll. — Application of the Serological Technique in the Detection of Adulteration of Cow or Buffalo Milk with Goat Milk. (*Indian J. Dairy Sc*, 1964, **17** (3) 113-117).

166. NAPLATAROVA (M.), SUIKOWA (M.), RADENKOV (S.). — Contents of Some Trace Element in Milk. (*Nauchni Trud. Vissh. Selskostop. Inst. Georgi Dimitrov. Ser. Zootekm. Fak.*, 1968, **19**, 287-95).

167. NARAYANAN (K.M.) et ANANTAKRISHNAN (C.P.). — Vitamin A in Dairy Products. — Part VI. Stability of Carotene and Vitamin A in Colostral Fats during Storage. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1957, **10** (4) 165-175).

168. NARAYANAN (K.M.) et ANANTAKRISHNAN (C.P.). — Vitamin Studies. — Part III. A Comparative Study of Tocopherol, Carotene and Vitamin A Contents of Cow and Buffalo Colostrum. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1959, **12** (2) 68-76).

169. NARAYANAN (K.M.), MURTHY (M.K.R.), BHALERAO (V.R.). — Effect of Processing on the Phospholipid Contents of Milk Fat. (*Int. Dairy Congr.*, Munich (Germany) 1966).

170. NATARAJAN (A.M.) et DUMANIT (A.T.). — Inhibition of Micro-Organisms by Raw Cow and Buffalo Milk. (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

171. NEJIM (H.T.). — Making Cheddar Cheese from Iraqi Milks. (*Int. Dairy Congr.*, 1959).

172. O.M.S. — Mesures à prendre aux stades de la production, du traitement et de la distribution. (*Hygiène du Lait*, Genève (Suisse) 1956).

173. PAL (R.N.). — Electrical Conductivity to Determine Adulteration of Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1963, **16** (3) 92-97).

174. PAOLIS (P. de) et GREGORY (Margaret E.). — The Vitamin B Complex Group in Buffalo Milk. (*Acta Med. Vet. Napoli*, 1963, **9** (3-4) 207-214).

175. PAOLIS (P. de) et INTRIERI (F.). — CO_2 Contents of Buffaloes' Milk. (*Acta Med. Vet Napoli*, 1965, **11** (1-2) 115-125).

176. PAOLIS (P. de). — Variations in the Content of the Vitamin B Complex during the Making of Mozzarella Chesse at Different Times of the Year. (*Atti. Soc. ital. Sci. Vet.*, 1965, **19**, 645-648).

177. PAREK (H.K.B.) et GANGWAR (P.C.). — Chemical Composition of Buffalo Milk and the Effect of Stages of Lactation and Pregnancy Period on its Composition. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1968, **21** (3) 177-82).

178. PAREK (H.K.B.) et GANGWAR (P.C.). — A New Modified Richmond Formula for Total Solids Determination in Buffalo Milk. (*Indian Vet. J.*, 1968, **45** (8) 672-77).

179. PARKASH (S.) et PURI (B.R.). — Physico-Chemical Properties of Cow and Buffalo Milk. — Part VIII. Electrometric Titration of Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1960, **13** (3) 97-104).

180. PARKASH (S.). — Studies in Physico-Chemical Properties of Milk. — Part XIV. Surface Tension of Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1963, **16** (3) 98-100).

181. PARKASH (S.). — Effect of Various Heat Treatments on the Freezing Point of Milk of Three Species. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1966, **19** (4) 181-82).

182. PATEL (H.S.) et PATEL (B.M.). — Loss of Vitamin A Potency during the Preparation of Ghee from Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1955, **8** (2) 53-61).

183. PATEL (J.D.). — Germicidal Property of Buffalo Milk. (*J. Fd. Sci. Technol. Mysore*, 1969, **6** (3) 209-210).

184. PATTABIRAMAN (K.S.). — A study of Murrah Buffaloes in Madras State. (*Ind. Vet. J.*, 1956, **33** (3) 188-204).

185. PAUL (T.M.) et SINGHAL (O.P.). — Estimation of Developed Acid as a Platform Test. (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

186. PAUL (T.M.) et MALHAN (R.I.). — Studies on the Composition of Milk of Indian Animals. (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

187. PISSAREWSKY (Jean Eves). — Les Buffles : Etudes Biologiques et Zootechnique Laitière. (Thèse, Science, Nancy, 1935).

188. PRABHAKARAN (R.J.V.) et PAUL (T.M.). — Studies on Boiling Milk Under Household Conditions. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1962, **19** (3) 124).

189. PRAPHULLA (H.B.) et ANANTAKRISHMAN (C.P.). — Composition of Milk. — Part I. Influence of Breed, Season and Time of Milking on Copper, Iron, Sodium, Potassium, Chlorure and Lactose Contents of Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1958, **11** (1) 48-58)

190. PRAPHULLA (H.B.) et ANANTAKRISHMAN (C.P.). — Composition of Milk. — Part II. Influence of the Order and Stage of Lactation on Copper, Iron, Sodium, Potassium, Chlorine and Lactose Contents of Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1959, **12** (1) 33-42).

191. PRAPHULLA (H.B.) et ANANTAKRISHMAN (C.P.). — Composition of Milk.-Part III. Correlation between Sodium. Potassium, Chloride and Lactose Contents of Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1960, **13** (1), 24-28).

192. PRODANSKI (P.G.) et PETROV (P.). — Comparative Electrophoretic and Chromatographic Studies of Protein Composition of Milk of Different Animals. (*D. Milchwirtsch.* 1962, **9** (10) 290-91).

193. PRODANSKI (P.G.) et OZONDZHOROWA (O.D.). — Effect of some Salts on the Rennability of Various Milk. (*Milchwissenschaft*, 1969, **24** (11) 667-669).

194. PRUTHI (T.D.) et BHALERAO (V.R.). — The Application of Gerber Test for Estimation of Fat in Buffalo Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1968, **21** (1) 6-9),

195. PURI (B.R.), SHARMA (L.R.), CHANDRA (R.). — Studies in Physico-Chemical Properties of Milk. — Part VII. Heat of Floculation of Milk at the Iso-electric Point of Casein. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1957, **10** (2) 79-84).

196. PURI (B.R.), SHARMA (L.R.), CHANDRA (R.). — Studies in Physico-Chemical Properties of Milk. — Part IX Variation in Fat Globule Size-Distribution Curves of Cow and Buffalo Milk, on the Removal of Fat and Addition of Goat Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1961, **14** (1) 31-35).

197. PURI (B.R.) et PARKASH (S.). — Studies in Physico-Chemical Properties of Milk. — Part X. Determination of Freezing Point of Milk by Beckman Technique and the Calculation of Added Water. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1961, **14** (2) 79-80).

198. PURI (B.R.) et PARKASH (S.). — Studies in Physico-Chemical Properties of Milk. — Part XII. The Renneting Time of Milk in Different Species. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1962, **15** (3) 114-122).

199. PURI (B.R.) et PARKASH (S.). — Studies in Physico-Chemical Properties of Milk. — Part XV. Heat Stability of Milk of Different Species. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1963, **16** (3) 131-35).

200. PURI (B.R.) et PARKASH (S.). — Studies in Physico-Chemical Properties of Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1964, **17** (1) 6-9).

201. PURI (B.R.) BEDI (K.M.), PARKASH (S.). — Studies in Physico-Chemical Properties of Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1964, **17** (1) 13-16).

202. PURI (B.R.), MURARI (K.), TOTEJA (K.K.). — Studies in Stability of Protein Dispersion in Milk. — Part I. Ethanol Stability. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1965, **18** (3) 112-114).

203. PURI (B.R.), KALNA (K.K.), TOTEJA (K.K.). — Studies in Stability of Protein Dispersion in Milk.-Part II. Effect of Salt Balance on Heat, Rennet and Ethanol Stability. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1965 **18** (4) 126-130).

204. PURI (B.R.) et PARKASH (S.). — Exchange of Colloidal Calcium with other Cations in Milk of Three species. (*J. Dairy Sci.*, 1965, **48**, 611-13).

205. PURI (B.R.) et PARKASH (S.). — Interaction of Buffalo's Milk and Casein with Chlorine and Bromine in Aqueous Solutions. (*J. Dairy Sc.*, 1965, **48**, 1014-1018).

206. PURI (B.R.) et TOTEJA (K.K.). — Studies in Stability of Protein Dispersion in Milk. — Part IV. Heat of Floculation of Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1967, **20** (4) 186-189).

207. PURI (B.R.), ARORA (K.), TOTEJA (K.K.). — Studies in Stability of Protein Dispersion in Milk. — Part V. Effect of Altering Calcium Content, Replacing Calcium by other Cations in Caseinate Complex and other Factors on Heat Stability of Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1969, **22** (2) 83-91).

208. PURI (B.R.), ARORA (K.), TOTEJA (K.K.). — Studies in Stability of Protein Dispersion in Milk. — Part VI. Effects of Altering Calcium Content and Giving Certain other Treatments on Rennet and Ethanol Stabilities of Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1969, **22** (3) 155-161).

209. RAGAB (M.T.), ASKER (A.A.), KAMAL (T.H.). — The Effect of Age and Season of Calving on the Composition of Egyptian Buffalo Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1958, **11** (1) 18-28).

210. RAJ (H.) et JOSHI (N.V.). — Essential Amino Acid Composition of the Milk of Buffalo. (*Indian J. Med. Rev.*, 1955, **43** (4), 597-602).

211. RAKSHY (S.E.S.E.). — Studies on the Bacteriology of Egyptian Soft Cheeses. — Part II. Determination of Proteolytic Action of Bacteria Isolated from Mish on Cow's and Buffalo's Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1958, **11** (2) 80-90).

212. RAMACHANDRA (B.V.) et DASTUR (N.N.). — Application of Paper Chromatography to Differentiate Ghee from other Fats. — Part I. Behaviour of Unsaponifiable Matter on Chromatogram. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1959 (3-4) 139-148).

213. RANGAPPA (K.S.). — Studies on Fat Globules in Milk. — Part II. Changes in Microscopic Appearance and Coalescence of Fat Globules on Sowing Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1964, **16** (3) 95-96).

214. RAO (D.S.) et Coll. — A Titrimetric Method for the Estimation of Solids Non-Fat in Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1965, **18** (1) 31-33).

215. RAVAIOLI (L.). — Electrophoretic Analysis of Cows', Ewes' and Buffaloes' Milk Serum. (*Atti. Soc. Ital. Sci. Vet.*, 1961, **15** (10) 600-02).

216. RAVAIOLI (L.) et GIOVENALI (F.). — Electrophoretic Analysis of Cows', Ewes' and Buffaloes' Milk Serum. (*Rc. Ist. sup. Sanità*, 1961, **24** (10) 748-53).

217. REDA (H.) et SALOM (H.). — Variation in the Calcium and Inorganic Phosphorus Contents of Blood, Urine and Colostrum of Egyptians Buffaloes and Cattle Associated with Parturition. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1955, **8** (1) 19-25).

218. RICE (E.B.). — Milk Production In Warm Climates. (*Dairy Sc., Abstr.*, 1965, **27** (2) 43-54).

219. RICE (E.B.). — Some Aspects of the Processing of Milk and Milk Products in Warm Climates. (*Dairy Sc. Abstr.*, 1965, **27** (12) 231-41).

220. RIGORO (T.V.). — Notes on the Murrah Buffalo in the Philippines. (*J. Of. An. Ind.*, 1951, **12**, 61-63).

221. ROY (N.K.). — Density of Casein of Buffalo Milk. (*Milchwissenschaft*, 1968, **23** (12) 741-44).

222. SABARWAL (P.K.) et GANGULI (N.C.). — Turbidimetric Method for Rennet Assay Using Micellar Casein : Factors Affecting Turbidity Formation. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1969, **22** (3) 128-135).

223. SABARWAL (P.K.) et GANGULI (N.C.). — L'importance des micelles de caséine dans le lait de Bufflesse. (*Int. Dairy Congress.*, Sydney (Australia) 1970).

224. SAFWAT (M.) et SAID EL RAFEY (M.). — The Alkaline Phosphatase of Buffalo Milk. (*Int. Dairy Congr.*, 1956).

225. SALERNO (A.) et TIBERIO (M.). — Proteins of Colostrum and Milk of the Buffalo. (*Annali Sper. Agr.*, 1963, **17** (5-6) 439-454).

226. SAMPATH (S.R.), ANANTAKRISHNAN (C.P.), SEN (K.C.). — Studies on Vitamin A in Milk. — Part IX. Influence of Feeding Revimix. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1956, **9** (4) 177-185).

227. SEBASTIEN (L.), MAGDAL (V.D.), NAIR (P.G.). — Comparative Efficiency of Milk Products by Sahiwal Cattle and Murrah Buffalo. (*J. Anim. Sc.*, 1970, **30** (2), 253-56).

228. SENGAPTA (S.) et CHANDA (R.). — Some Factors Affecting the Composition of Cow's and Buffalo's Milk. (*Int. Dairy Congr.*, 1959).

229. SHARARA (H.A.). — Composition of Domiati Cheese made from Cow and Buffalo Milk. (*Agric. Res. Rev. Cairo*, 1961, **39** (2) 168-200).

230. SHARMA (R.R.). — Preliminary Studies on the Rennet Coagulation of Cow and Buffalo Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1962, **15** (3) 124).

231. SHARMA (R.R.) — Determination of Surface Tension of Milk by the Prop Method and the Ring Method. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1963, **16** (2) 101-108).

232. SHARMA (R.R.) et BHALERAO (V.R.). — A Study on the Rennet Coagulation of Cow ans Buffalo Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1964, **17** (1) 1-5).

233. SHARMA (R.S.) et GANGULI (N.C.). — Alkaline Phosphatase of Milk. A Sialoprotein. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1969, **22** (4) 272-73).

234. SHARMA (R.S.) et GANGULI (N.C.). — Propriétés de la phosphatase alcaline du lait de Bufflesse. (*Int. Dairy Congr.*, Sydney (Australia) 1970).

235. SHRINIVASAN (M.R.) et coll. — Changements de la viscosité du lait de Bufflesse condensé, sucré au cours du stockage. (*Int. Dairy Congr.*, Sydney (Australia) 1970).

236.SINGH (B.M.) et VARMA (K.). — Etude sur la teneur en minéraux du lait de Vache et de Bufflesse. (*Indian Vet. J.*, 1963, **40** (5) 485-90).

237. SINGH (B.S.), YADAVA (P.C.), PATHAK (R.C.). — A Simple Method for Differentiation of Buffalo Milk from Cow Milk by Carotene Estimation. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1962, **16** (3) 121-25).

238. SINGH (B.S.). — Caractères de production des Bufflesses Badavari. (*Indian Vet. J.*, 1962, **39** (6) 332-43).

239. SINGH (B.S.), YADAVA (P.C.), PATHAK (R.C.). — Nouveau test simple pour différencier les laits de Vache et de Bufflesse. (*Vet. Rec.*, 1962, **74** (32) 881-82).

240. SINGH (B.S.) et SINGH (I.P.). — Incidence of Salmonella and Shigella in Samples of Raw Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1966, **19** (3) 149-50).

241. SINGH (I.P.). — Comparative Effect of Age and Body Weight at First Calving or First Lactation Milk Yield in Buffaloes. (*Indian Vet. J.*, 1968, **45** (6) 504-11).

242. SINGH (K.B.), OGRA (J.L.), RAO (Y.S.). — Studies on Milk Globules. Part I. Effect of Heat Treatment on the Size and Number of Fat Globules. (*Balwant Vidyapeeth J. Agric. Sci. Res.*, 1968, **7** (1-2) 59-63).

243. SING (R.P.) et coll. — Quantitive Relations among the Milk Constituents. Part I. Effect of Breed, Stage of Lactation and Age Animals. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1961, **14** (3) 119-129).

244. SINGHAL (O.P.) et GANGULI (N.C.). — Electrophoretic Pattern and N-Terminal Amino Acids of Caseins from Cow's and Buffalo's Milk after Trysin Action. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1965, **18** (1) 1-4).

245. SINHA (R.N.), SINGH (I.P.), NAMBUDRIPAD (U.R.N.). — Studies on the Keeping Quality of Pasteurized Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1968, **21** (1) 1-5).

246. TARWAB (G.A.) et HOFI (A.A.). — Testing Cheese Ripening by Rapid Chemical Techniques. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1966, **19** (1) 39-41).

247. THARKE (G.S.) et NAMBUDRIPAD (U.K.W.). — Studies on Keeping Quality of Raw and Pasteurized Milk. (*Int. Dairy Congr.*, Copenhagen (Denmark) 1962).

248. THOMAS (K.C.), NAMBUDRIPAD (U.K.W.), DUDANI (A.T.). — Comparative Studies on the Growth and Biochemical Activities of Starter Organisms in Cow and Buffalo Milk. (*Int. Dairy Congr., Munich* (Germany) 1966).

249. THORNER (D.). — Les Coopératives Agricoles aux Indes. Rapport d'enquêtes. (*Extr. Arch. Intern. Sociol. de la Coop., Janv.-juin*, 1964).

250. THOW THET. — Etude sur l'élevage des Bovins et des Bubalins au Cambodge. (*I.E.M.V.T.* (France) 1968).

251. TVERDOKLEB (G.V.) et MERZAMTOV (M.). — Chemical Composition of Fat of Buffalo Milk. (*Moloch. Prom.*, 1965, **26** (10) 11-13).

252. TVERDOKLEB (G.V.) et MERZAMTOV (M.). — Changes in the Composition of Buffaloes Milk Fat and its Ability to Harden. (*Izv. Vyssch. Ucheb, Zaved. Pishch. Tekhnol.*, 1966, **48**, (3) 48-53).

253. URAZ (T.). — Education agricole et industrie laitière en Turquie. (*Rev. Lait. Fr. Industrie Lait*, 1970 (73) 115-117-121).

254. VEDANAYAKAM (A.R.) et RAMAKRISHNAN (S.). — Polymorphisme génétique possible des caséines de lait de vache et de bufflesse. (*Indian Vet. J.*, 1967, **44** (1), 50-53).

255. VEISSEYRE (R.). — Techniques laitières, 2e éd. Paris. La Maison Rustique, 1965.

256. VEISSEYRE (R.) et LARNAT (R.). — Etat actuel de la production, de la collecte, du traitement, de la transformation et de la distribution de divers laits et produits laitiers dans les pays chauds. (*Bull. Ann. de* la F.I.L., 1969).

257. VERMA (I.S.) et GARG (B.M.L.). — Effect of Temperature on the Volume of Milk. (*Indian J. Dairy Sc.*, 1965, **18** (2) 72-78).

258. VERMA (I.S.). — Formaldehyde Titration in Determination of Milk Solid Non-Fat in Ice Cream and other Milk Products. (*Int. Dairy Congr.*, Munich (Germany) 1966).

259. VISEO (S.). — Cows' and Buffaloes' Milk and Milk Products. (*Atti. III Simp. int. Zootec.*, 1968, 228-44).

260. WARE (F.). — Un problème insoluble. (*Indian Fmg.*, 1946, **7**, 509-11).

261. WHYTE (R.V.) et MATHUR (M.L.). — The Buffalo in India. (*Ind. Dairyman*, 1966, **18** (5) 161-180).

262. WHYTE (R.V.) et MATHUR (M.L.). — Animal Breeding for Milk Production. (*Ind. Daiyman*, 1966, **18** (6) 211-221).

263. WHYTE (R.V.). — Milk Production in Developing Countries. (*Faber and Faber Hd., London* (*England*) 1967).

264. ZAHARIV (C.) et KALOIANOV (I.). — Vitamin B 12 Content of Cows'. Buffaloes' and Ewes' Milk. (*Nauchni. Trud. Vissh. Vet. Med. Snit. Prof. G. Pavlov*, 1965, **14**, 241-47).

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION 11

2. DESCRIPTION GENERALE DE L'ESPECE 12

2.1. Place du Buffle dans l'échelle zoologique 12

2.2. Caractères anatomiques généraux des Buffalins 12

2.3. Historique de la domestication du Buffle 13

2.4. Utilité du Buffle 14

2.5. Races de Buffles à vocation laitière 14

3. Chapitre I. — PRODUCTION 21

3.1. Production globale. 21

3.2. Production individuelle 23

3.2.1. Aspect zootechnique 23

3.2.1.1. Gestation 25

3.2.1.2. Saison du vêlage 25

3.2.1.3. Intervalle entre les vêlages 25

3.2.1.4. Intérêt de la Bufflesse femelle laitière .. 26

3.2.2. Conditions de production 26

3.2.2.1. Production du lait dans les villages 27

3.2.2.2. Production laitière en zone sub-urbaine .. 27

3.2.2.3. Production laitière urbaine 27

3.2.2.3.1. Avantages 28

3.2.2.3.2. Inconvénients 28

3.2.2.3.3. Améliorations possibles 29

3.2.2.4. Les colonies laitières 31

3.2.2.4.1. Historique. 31

3.2.2.4.2. Fonctionnement 31

3.2.2.4.3. Limites de ce type de production.. 32

4. Chapitre II. — COLLECTE ET TRANSPORT DU LAIT 35

4.1. Moyens de collecte et transport traditionnels 36

4.1.1. En zone rurale 36

4.1.2. En zone urbaine et péri-urbaine.. 36

4.2. Moyens modernes de collecte et transport.. 37

5. Chapitre III. — COMPOSITION DU LAIT DE BUFFLESSE.. 41

5.1. Principaux caractères physiques 41

5.1.1. Généralités 41

5.1.2. Densité 42

5.1.3. Viscosité 42

5.1.4. Indice de réfraction 43

5.1.5. Tension superficielle 43

5.1.6. Acidité ; pH ; Pouvoir tampon 44

5.1.7. Point de congélation.. 46

5.1.8. Potentiel d'oxydo-réduction 46

5.1.9. Conductivité électrique 47

5.1.10 Interrelation entre les caractères physiques et chimiques 48

5.2. Lipides.. 48

5.2.1. Définition.. 48

5.2.2. Importance 48

5.2.2.1. Importance quantitative 48

5.2.2.2. Importance qualitative. 49

5.2.2.3. Importance économique 49

5.2.2.4. Importance diététique 49

5.2.3. Caractères physiques 50
5.2.3.1. Taille des globules gras 50
5.2.3.2. Stabilité et agglutinabilité 50
5.2.4. Caractères chimiques 51
5.2.4.1. Glycérides 51
5.2.4.2. Stérides 53
5.2.4.3. Phospholipides 54
5.2.5. Facteurs de variations des lipides du lait 54
5.2.5.1. Variations quantitatives 54
5.2.5.1.1. Stade de lactation 54
5.2.5.1.2. Influence de la saison 55
5.2.5.1.3. Influence de la traite 55
5.2.5.1.4. Influence de l'âge 56
5.2.5.2. Variations qualitatives 56
5.2.5.2.1. Influence de la saison 56
5.2.5.2.2. Influence de la lactation 56
5.2.5.2.3. Influence de l'alimentation . . . 57
5.2.5.2.4. Influence du climat 57
5.3. Extrait sec dégraissé 57
5.4. Matières azotées 58
5.4.1. Protéines totales 59
5.4.1.1. Dosage 59
5.4.1.2. Valeurs 59
5.4.1.3. Variations 59
5.4.2. Caséine 61
5.4.2.1. Définition 61
5.4.2.2. Nature physico-chimique de la caséine . . 61
5.4.2.2.1. Fraction azotée 62
5.4.2.2.2. Phosphore 62
5.4.2.2.3. Calcium 62
5.4.2.2.4. Soufre 62
5.4.2.2.5. Fraction glucidique 62
5.4.2.3. Hétérogénéité de la caséine 63
5.4.2.4. Propriétés de la caséine 65
5.4.2.4.1. Coagulation-présure 65
5.4.2.5.2. Coagulation à l'éthanol 66

5.4.2.4.3. Stabilité à la chaleur 67
5.4.2.4.4. Opacité de la caséine en milieu alcalin tamponné 68
5.4.2.5. Matières azotées solubles 68
5.4.2.5.1. Protéose-peptones 68
5.4.2.5.2. Albumines. 69
5.4.2.5.2.1. Lactalbumine 69
5.4.2.5.2.2. Sérum-albumine 70
5.4.2.5.3. Globulines. 71
5.4.2.6. Azote non protéique 71
5.5. Glucides 72
5.5.1. Lactose 72
5.5.2. Autres sucres.. 73
5.6. Matières minérales et matières salines 73
5.6.1. Minéraux.. 73
5.6.2. Matières salines 75
5.6.2.1. Citrates 75
5.6.2.2. Chlorures 76
5.6.2.3. Calcium 76
5.7. Vitamines 77
5.7.1. Vitamines liposolubes. 77
5.7.1.1. Vitamine A 77
5.7.1.2. Vitamine D 78
5.7.1.3. Vitamine E 78
5.7.2. Vitamines hydrosolubles 79
5.7.2.1. Acide ascorbique 79
5.7.2.2. Complexe vitaminique du groupe B 79
5.8. Enzymes 79
5.8.1. Hydrolases 80
5.8.2. Lipases 80
5.8.3. Phosphatase alcaline 80

5.8.4. Desmolases 81
5.8.4.1. Réductases. 81
5.8.4.2. Oxydases 82

5.9. Bactéries du lait 82

5.9.1. Généralités, Importance 82

5.9.2. Espèces bactériennes du lait 83
5.9.2.1. Ferments lactiques 83
5.9.2.1.1. Streptococceae. 83
5.9.2.1.2. Lactobaccilleae 84
5.9.2.2. Enterobacteriaceae.. 85
5.9.2.3. Pseudomonadaceae. 85
5.9.2.4. Micrococcaceae. 85
5.9.2.5. Bacillaceae. 86
5.9.2.6. Caractères et propriétés des bactéries psychrophiles du lait.. 86
5.9.2.7. Micro-organismes pathogènes 88

6. Chapitre IV. — CONSERVATION ET TRANSFORMATION .. 89

6.1. Conservation des laits pasteurisés 89

6.2. Utilisation de l'eau oxygénée dans la conservation 91

6.3. Lait en poudre. 92

6.4. Lait concentré sucré 93

6.5. Toned-Milk et Double Toned-Milk 94

6.6. Lait fermenté 94

6.7. Lait « évaporé ». 96

6.8. Crème et beurre 97

6.9. Ghee 98

6.10. Fromages 99

7. Chapitre V. — COMMERCIALISATION 103

7.1. Lait cru et lait pasteurisé 103

7.2. Toned-Milk et Double Toned-Milk 104

7.3. Ghee 104

8. CONCLUSION 107

9. BIBLIOGRAPHIE 109

Au Manuscrit - Dépôt légal T - 1971 - 28